ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ/1219/119-125/છ, તા. 16-02-2019 થી મંજૂર

વિજ્ઞાન

ધોરણ X

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધાં ભારતીયો મારાં ભાઈબહેન છે.
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.
હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે આદર રાખીશ
અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિષ્ઠા અર્પું છું.
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

तमसो मा ज्योतिर्गमय

ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ
'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર-382010

© NCERT, નવી દિલ્હી તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર
આ પાઠ્યપુસ્તકના સર્વ હક NCERT તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળને હસ્તક છે.
આ પાઠ્યપુસ્તકનો કોઈ પણ ભાગ કોઈ પણ રૂપમાં NCERT અને ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળની લિખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

અનુવાદ

શ્રી નીતિન ડી. દવે
શ્રી મયૂર એમ. રાવલ
ડૉ. હાર્દિક એ. અમીન

સમીક્ષા

ડૉ. આઇ. એમ. ભટ્ટ
ડૉ. એમ. એસ. રામી
ડૉ. મયૂર સી. શાહ
શ્રીમતી ચંદ્રિકાબહેન એસ. પટેલ
ડૉ. ખુશરૂ એચ. ઘડિયાલી
શ્રી ધવલ બી. સોલંકી
શ્રી મેહુલકુમાર એ. પટેલ
શ્રી બ્રિજેશકુમાર જે. પટેલ
શ્રી ભાવિનકુમાર જે. પટેલ
ડૉ. રજની એચ. જોષી
ડૉ. વંદનાબહેન જી. પટેલ

ભાષાશુદ્ધિ

શ્રી વિજય ટી. પારેખ

સંયોજન

ડૉ. ચિરાગ એચ. પટેલ
(વિષય-સંયોજક : ભૌતિકવિજ્ઞાન)

નિર્માણ-સંયોજન

શ્રી હરેન શાહ
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

મુદ્રણ-આયોજન

શ્રી હરેશ એસ. લીમ્બાચીયા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય સ્તરે સમાન અભ્યાસક્રમ રાખવાની સરકારશ્રીની નીતિના અનુસંધાને ગુજરાત સરકાર તથા ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ દ્વારા તા. 25-10-2017ના ઠરાવ-ક્રમાંક મશબ/1217/1036/છ-થી શાળા કક્ષાએ NCERT નાં પાઠ્યપુસ્તકોનો સીધો જ અમલ કરવાનો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો તેને અનુલક્ષીને NCERT, નવી દિલ્હી દ્વારા પ્રકાશિત **ધોરણ X** ના **વિજ્ઞાન** વિષયના પાઠ્યપુસ્તકનો ગુજરાતીમાં અનુવાદ કરીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પાઠ્યપુસ્તકનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં આવ્યા છે અને સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારાવધારા કર્યા પછી આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલાં આ પાઠ્યપુસ્તકની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા. નિષ્ણાતોની એક દ્વિદિવસીય કાર્યશિબિરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું અને પાઠ્યપુસ્તકને અંતિમ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું. જેમાં ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), શ્રી નીતિન દવે, ડૉ. હાર્દિક અમીન, શ્રી ધવલ સોલંકી, શ્રી બ્રિજેશ પટેલ, શ્રી મેહુલ પટેલ અને શ્રી ભાવિન પટેલ ઉપસ્થિત રહી પોતાનાં કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરાં પાડ્યાં છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે મંડળ દ્વારા પૂરતી કાળજી લેવામાં આવી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

NCERT, નવી દિલ્હીના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

પી. ભારતી (IAS)

નિયામક	કાર્યવાહક પ્રમુખ
તા. 13-01-2020	ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2019, પુનઃમુદ્રણ : 2020

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી પી. ભારતી, નિયામક

મુદ્રક :

FOREWORD

The National Curriculum Framework, (NCF), 2005, recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change in school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calendar so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development team responsible for this book. We wish to thank the Chairman of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor Rupamanjari Ghosh, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to them and their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources,

material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairmanship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 November 2006

PREFACE

This textbook of Science for Class X is a continuation of our attempt in the Class IX Science textbook to comply with the guidelines of the National Curriculum Framework-2005. We had to work within a limited time frame and also had our own constraints coming in the way of this radical change. The revised and re-structured syllabus for Class X covers selected topics in the broad themes of — Materials, The World of the Living, How Things Work, Natural Phenomena and Natural Resources. We have interpreted the syllabus to present a coherent coverage of scientific concepts related to our daily life on the select topics. It is an integrated approach to science at this level, with no sharp divisions into disciplines such as Physics, Chemistry, Biology and Environmental Science.

There has been a conscious attempt to address the relevant social concerns in this science textbook wherever possible — the concerns for people with special needs, the issues of gender discrimination, energy and environment have found their natural place in this book. Students have been encouraged to get into the debates on some of the management concerns (for sustainable development, for example) so that they can arrive at their own decisions after a scientific analysis of all the facts.

This book has some features which are meant to enhance its effectiveness. The theme of each chapter has been introduced with examples from daily life, and if possible, by a relevant activity that the students have to perform. The entire approach of the book is, in fact, activity-based, i.e., the students are required to construct knowledge themselves from these activities. The emphasis is not on definitions and technical terms, but on the concepts involved. Special care has been taken so that the rigour of science is not lost while simplifying the language. Difficult and challenging ideas, which are not to be covered at this stage, have often been placed as extra material in the boxes in light orange. The excitement of doing science comes from pursuing the unknown — the students would have the opportunity to think and explore somewhat beyond the syllabus and may feel the urge to continue their scientific expedition at higher levels. All such box items, including brief biography of scientists, are, of course, non-evaluative.

Solved examples are provided, wherever felt necessary, to clarify a concept. The in-text questions after a main section are for the students to check their understanding of the topic. At the end of each chapter, there is a quick review of the important points covered in the chapter. We have introduced some multiple choice questions in the exercises. There are problems of different difficulty levels answers to the multiple-choice questions and numericals, and hints for the difficult questions are included at the end of the book.

This book has been made possible because of the active participation of many people. I wish to thank Professor Krishna Kumar, *Director,* NCERT, Prof. G. Ravindra, *Joint Director,* NCERT, and Professor Hukum Singh, Head, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, specially for their keen interest in the development of the book and for all the administrative support. I wish to put on record my sincere appreciation for Dr Anjni Koul, the member-coordinator of the textbook development committee, for her extraordinary commitment and efficiency. It has been a real pleasure working with my textbook development team and the review committee. The chosen editorial team worked extremely hard, on tight deadlines, to bring the book close to the shape that we dreamt of. Fruitful discussions with some members of the MHRD Monitoring Committee helped in providing the final touches to the book. I do not have the words to acknowledge the professional and personal inputs I received from some of my close friends during the preparation of this book. We warmly welcome comments and suggestions for improvement from our readers.

RUPAMANJARI GHOSH
Professor of Physics
School of Physical Sciences
Jawaharlal Nehru University
New Delhi

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Chairman, Advisory Group for textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor,* Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Ganeshkhind, Pune University, Pune

Chief Advisor

Rupamanjari Ghosh, *Professor*, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi

Members

Alka Mehrotra, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Animesh K. Mohapatra, *Reader,* Regional Institute of Education, Ajmer

B.B. Swain, *Professor* (Retd.), Department of Physics, Utkal University, Orissa

B.K. Sharma, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

B.K. Tripathi, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Brahm Parkash, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

Charu Maini, *PGT*, Salwan Public School, Gurgaon, Haryana

Dinesh Kumar, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Gagan Gupta, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

H.L. Satheesh, *TGT* , DM School, Regional Institute of Education, Mysore

Ishwant Kaur, *PGT*, DM School, Regional Institute of Education, Bhopal

J.D. Arora, *Reader,* Hindu College, Moradabad, Uttar Pradesh

Meenambika Menon, *TGT*, Cambridge School, Noida, Uttar Pradesh

Puran Chand, *Professor and Jt. Director* (Retd.), Central Institute of Educational Technology NCERT, New Delhi

Reeta Sharma, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhopal

R.P. Singh, *Lecturer*, Rajkiya Pratibha Vikas Vidyalaya, Kishan Ganj, Delhi

Satyajit Rath, *Scientist*, National Institute of Immunology, JNU Campus, New Delhi

S.K. Dash, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhubaneswar

Sunita Ramrakhiani, *PGT*, Ahlcon Public School, Delhi

Uma Sudhir, Eklavya, Indore, Madhya Pradesh

Vandana Saxena, *TGT*, Kendriya Vidyalaya-4, Kandhar Lines, Delhi Cantt., New Delhi

Vinod Kumar, *Reader*, Hans Raj College, Delhi University, Delhi

Member-coordinator

Anjni Koul, *Lecturer*, DESM, NCERT, New Delhi

ACKNOWLEDGEMENTS

The National Council of Educational Research and Training (NCERT), besides expressing its gratefulness towards the members of the Textbook Development Committee for their contribution in the development of the Science Textbook for Class X, also acknowledges the contribution of the following members for reviewing, editing, refining, and finalisation of the manuscript of the book. Kanhiya Lal, *Principal* (Retd.), Directorate of Education, NCT, Delhi; Ranveer Singh, *Lecturer*, Sarvodaya Bal Vidyalaya, Timarpur, Delhi; Bharat Poorey, *Professor* (Retd.), Govt. Post Graduate College, Indore; Gagandeep Bajaj, *Lecturer*, S.P.M. College, Delhi University, Delhi; Ravinder Kaur, *TGT*, Kendriya Vidyalaya, Rohini, Delhi; Renu Puri, *TGT*, N.C. Jindal Public School, New Delhi; Sarita Kumar, *Reader*, Acharya Narendra Dev College, Delhi University, Delhi; Shashi Prabha, *Lecturer*, DESM, NCERT, Delhi; Rashmi Sharma, *Lecturer,* NERIE, Shillong; Sushma Jaireth, *Reader*, DWS, NCERT, New Delhi; Y.P. Purang, Addl. Director of Education (Retd.), NCT, Delhi; Neeta Agarwal, *TGT*, D.L.D.A.V. Model School, Pitampura, Delhi; Roma Anand, *TGT*, D.L.D.A.V., Pitampura, Delhi; Veer Pal Singh, *Reader*, DEME, NCERT, New Delhi and S.L. Varte, *Lecturer,* DESM, NCERT, New Delhi.

The Council also acknowledges the valuable contribution of Sunita Farkya (*Professor*, DESM), Pushplata Verma (*Assistant Professor*, DESM), K.C. Tripathi (*Professor*, DEL) and Jatindra Mohan Misra (*Professor*, DEL) in updating Chapter 16 titled "Sustainable Management of Natural Resources", and also in the review of this textbook.

The contribution of R.S. Sindhu, *Professor* (Retd.), DESM; V.P. Srivastava, *Professor* (Retd.), DESM; R.K. Parashar, Rachna Garg (*Professors*, DESM); V.V. Anand, *Professor* (Retd.), RIE Mysore; S.V. Sharma (*Professor*, RIE Mysore); V.P. Singh (*Professor*, RIE Ajmer); R. Joshi, *Associate Professor* (Retd.), DESM; C.V. Shimray, Ruchi Verma (*Associate Professors*, DESM); Ram Babu Pareek (*Associate Professor*, RIE Ajmer); A.K. Srivastava, Rejaul Karim Barbhuiya, Pramila Tanwar (*Assistant Professors*, DESM); R.R. Koireng (*Assistant Professor*, DCS); V. Tangpu (*Assistant Professor*, RIE Mysore) and Akhileshwar Mishra (*Head Master*, DMS, RIE Bhubaneswar), in the review of this textbook in 2017-18 are acknowledged.

Special thanks are due to Hukum Singh, *Professor* and Former *Head*, DESM, NCERT, New Delhi, for providing all academic and administrative support.

The Council also gratefully acknowledges the support provided by the APC Office of DESM, administrative staff of DESM; Deepak Kapoor, *Incharge,* Computer Station, DESM; Saima and Arvind Sharma, *DTP Operators* and Rajesh Handa, *Illustrator*; Mohd. Qamar Tabrez and Musarrat Parveen, *Copy Editors*; Seema Yadav, *Proof Reader*. The efforts of the Publication Department, NCERT are also highly appreciated.

અનુક્રમણિકા

K6G3W9

	Foreword	*iii*
	Preface	*v*
પ્રકરણ 1	રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો	1
પ્રકરણ 2	ઍસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર	17
પ્રકરણ 3	ધાતુઓ અને અધાતુઓ	37
પ્રકરણ 4	કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો	58
પ્રકરણ 5	તત્ત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ	79
પ્રકરણ 6	જૈવિક ક્રિયાઓ	93
પ્રકરણ 7	નિયંત્રણ અને સંકલન	114
પ્રકરણ 8	સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?	127
પ્રકરણ 9	આનુવંશિકતા અને ઉદ્‌વિકાસ	142
પ્રકરણ 10	પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વક્રીભવન	160
પ્રકરણ 11	માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા	187
પ્રકરણ 12	વિદ્યુત	199
પ્રકરણ 13	વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો	223
પ્રકરણ 14	ઊર્જાના સ્રોતો	242
પ્રકરણ 15	આપણું પર્યાવરણ	256
પ્રકરણ 16	નૈસર્ગિક સ્રોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન)	266
	જવાબો	281 - 282

અનુક્રમણિકા

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a [1]**[SOVEREIGN SOCIALIST SECULAR DEMOCRATIC REPUBLIC]** and to secure to all its citizens :

JUSTICE, social, economic and political;

LIBERTY of thought, expression, belief, faith and worship;

EQUALITY of status and of opportunity; and to promote among them all

FRATERNITY assuring the dignity of the individual and the [2][unity and integrity of the Nation];

IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY this twenty-sixth day of November, 1949 do **HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO OURSELVES THIS CONSTITUTION.**

1. Subs. by the Constitution (Forty-second Amendment) Act, 1976, Sec.2, for "Sovereign Democratic Republic" (w.e.f. 3.1.1977)
2. Subs. by the Constitution (Forty-second Amendment) Act, 1976, Sec.2, for "Unity of the Nation" (w.e.f. 3.1.1977)

"Facts are not science – as the dictionary is not literature."
Martin H. Fischer

B8D2L5

પ્રકરણ 1
રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો (Chemical Reactions and Equations)

રોજિંદા જીવનની નીચે દર્શાવેલ પરિસ્થિતિઓને ધ્યાનમાં લો અને વિચારો કે શું થાય છે જ્યારે –

- ઉનાળામાં ઓરડાના તાપમાને દૂધને ખુલ્લું રાખવામાં આવે.
- લોખંડના તવા/તપેલા/ખીલાને ભેજવાળા વાતાવરણમાં ખુલ્લા રાખવામાં આવે.
- દ્રાક્ષનું આથવણ થાય.
- ખોરાક રંધાય છે.
- આપણા શરીરમાં ખોરાકનું પાચન થાય.
- આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ.

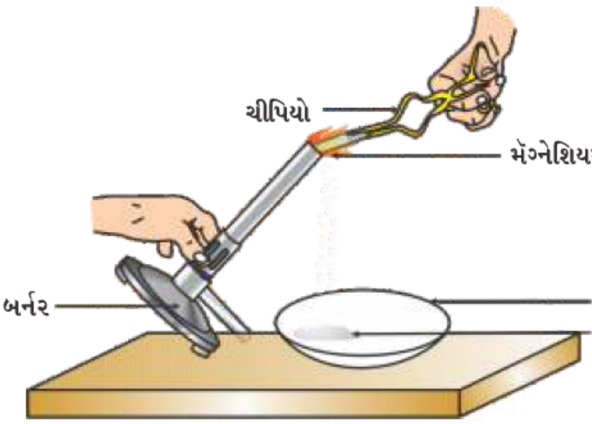
ઉપર્યુક્ત તમામ પરિસ્થિતિઓમાં પ્રારંભિક પદાર્થની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) અને તેની ઓળખમાં કંઈક ને કંઈક પરિવર્તન આવે છે. દ્રવ્યના ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફારો વિશે આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છીએ. જ્યારે રાસાયણિક ફેરફાર થાય છે ત્યારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે.

તમને કદાચ આશ્ચર્ય થાય કે ખરેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો અર્થ શું છે ? આપણે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે ? આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા માટે ચાલો આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 1.1

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિ માટે શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે. જો વિદ્યાર્થીઓ આંખોના રક્ષણ માટે ચશ્માં પહેરી લે તો વધુ સારું.

- લગભગ 3-4 cm લાંબી મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને કાચપેપર (Sandpaper) વડે ઘસીને શુદ્ધ કરો.
- તેને ચીપિયા (સાણસી) વડે પકડીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લૅમ્પની મદદથી સળગાવો અને તેની રાખને આકૃતિ 1.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વૉચગ્લાસમાં એકત્ર કરો. મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને તમારી આંખોથી શક્ય તેટલી દૂર રાખીને સળગાવો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 1.1
મૅગ્નેશિયમ-પટ્ટીનું હવામાં સળગવું અને મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઈડને વૉચગ્લાસમાં એકઠો કરવો

તમે જોયું જ હશે કે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી ઝગારા મારતી (પ્રજ્વલિત) સફેદ જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ પાઉડર (રાખ)માં પરિવર્તિત થાય છે. આ પાઉડર એ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ છે. મૅગ્નેશિયમ તેમજ હવામાંના ઑક્સિજન વચ્ચે પ્રક્રિયા થવાથી મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ ઉદ્ભવે છે.

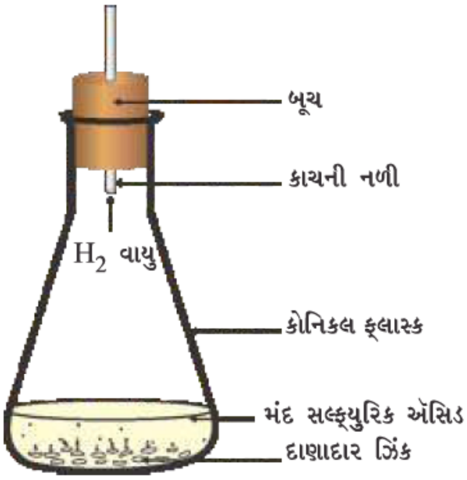
પ્રવૃત્તિ 1.2

- એક કસનળીમાં લેડ નાઇટ્રેટનું દ્રાવણ લો.
- તેમાં પોટૅશિયમ આયોડાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

પ્રવૃત્તિ 1.3

- એક કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીમાં થોડા ઝિંકના દાણા લો.
- તેમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અથવા મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો (આકૃતિ 1.2)

  ચેતવણી : ઍસિડનો ઉપયોગ સાવચેતીથી કરવો.
- તમને ઝિંકના દાણાની ફરતે શું કંઈ થઈ રહ્યું હોય તેવું દેખાય છે ?
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીને સ્પર્શ કરો. શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?



આકૃતિ 1.2
ઝિંક પર મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન વાયુનું નિર્માણ

ઉપર્યુક્ત ત્રણેય પ્રવૃત્તિઓના આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે નીચે દર્શાવેલાં અવલોકનો પૈકી કોઈ પણ અવલોકનની મદદથી કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે, તે નક્કી કરી શકાય છે.

- અવસ્થામાં પરિવર્તન
- રંગમાં પરિવર્તન
- વાયુનો ઉદ્ભવ
- તાપમાનમાં પરિવર્તન

જો આપણે આપણી આસપાસ થતા ફેરફારનું અવલોકન કરીએ તો આપણને જાણવા મળશે કે આપણી આસપાસ અનેક જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ થતી હોય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને તેઓના સાંકેતિક નિરૂપણ વિશે અભ્યાસ કરીશું.

1.1 રાસાયણિક સમીકરણો (Chemical Equations)

J6J8K8

પ્રવૃત્તિ 1.1નું વર્ણન આ મુજબ થઈ શકે - જ્યારે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં સળગે છે ત્યારે તે મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું વાક્ય સ્વરૂપ વર્ણન ઘણું લાંબું થઈ જાય છે. તેને સંક્ષિપ્ત સ્વરૂપે પણ લખી શકાય છે. આમ, કરવા માટેનો સૌથી સરળ માર્ગ એ છે કે તેને શાબ્દિક સમીકરણના સ્વરૂપમાં લખવું.
ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયા માટે શાબ્દિક સમીકરણ આ પ્રકારે થશે -

મૅગ્નેશિયમ + ઑક્સિજન → મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ (1.1)

(પ્રક્રિયકો) (નીપજ)

પ્રક્રિયા (1.1)માં દર્શાવેલા અને રાસાયણિક ફેરફાર અનુભવતા પદાર્થો મૅગ્નેશિયમ અને ઑક્સિજન પ્રક્રિયકો છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન નવો ઉત્પન્ન થતો પદાર્થ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ નીપજ છે.

શાબ્દિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો અને નીપજોની વચ્ચે તીરની નિશાની દ્વારા પ્રક્રિયકોનું નીપજોમાં થતું રૂપાંતર દર્શાવે છે. પ્રક્રિયકોને શાબ્દિક સમીકરણમાં ડાબી તરફ (LHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તેવી જ રીતે, નીપજોને જમણી તરફ (RHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તીરનો અગ્રભાગ (arrow head) નીપજો તરફ હોય છે અને તે પ્રક્રિયાની દિશા દર્શાવે છે.

1.1.1 રાસાયણિક સમીકરણ લખવું (Writing a Chemical Equation)

શું રાસાયણિક સમીકરણોને અન્ય કોઈ રીતે વધુ સંક્ષિપ્તમાં (ટૂંકમાં) રજૂ કરી શકાય ? શબ્દોની જગ્યાએ રાસાયણિક સૂત્રોનો ઉપયોગ કરીને આપણે રાસાયણિક સમીકરણોને હજી વધુ સંક્ષિપ્ત અને ઉપયોગી બનાવી શકીએ છીએ. કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાને રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય છે. મૅગ્નેશિયમ, ઑક્સિજન તેમજ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોની મદદથી ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$Mg + O_2 \rightarrow MgO \qquad (1.2)$$

તીરની નિશાનીની ડાબી તરફ (LHS) અને જમણી તરફ (RHS) રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા ગણો અને તેની સરખામણી કરો. શું બંને તરફ દરેકેદરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે ? જો ન હોય તો સમીકરણ અસમતોલિત કહેવાય છે કારણ કે સમીકરણની બંને તરફના દળ સમાન નથી. આ પ્રકારના રાસાયણિક સમીકરણને પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે. સમીકરણ (1.2) મૅગ્નેશિયમની હવામાં સળગવાની પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ છે.

1.1.2 સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ (Balanced Chemical Equations)

ધોરણ IXમાં તમે શીખી ગયાં તે દળ-સંચયનો નિયમ (law of conservation of mass) યાદ કરો : કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં દળ (દ્રવ્ય)નું સર્જન થતું નથી કે તેનો વિનાશ થતો નથી. એટલે કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાની નીપજોમાં હાજર રહેલાં તત્ત્વોનું કુલ દળ એ પ્રક્રિયકોમાં હાજર રહેલાં તત્ત્વોના કુલ દળ જેટલું હોય છે.

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા શરૂ થતા પહેલાં અને પૂર્ણ થયા બાદ તેમાં રહેલા દરેક તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન રહે છે, તેથી જ માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવું જરૂરી બને છે. શું રાસાયણિક સમીકરણ (1.2) એ સમતોલિત છે ? ચાલો, આપણે રાસાયણિક સમીકરણને તબક્કાવાર સમતોલિત કરતાં શીખીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.3 માટે શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય –

ઝિંક + સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ → ઝિંક સલ્ફેટ + હાઇડ્રોજન

ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણને નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય –

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \qquad (1.3)$$

ચાલો, આપણે તીરની નિશાનીની બંને તરફ રહેલાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા ચકાસીએ.

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપજોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (RHS)
Zn	1	1
H	2	2
S	1	1
O	4	4

સમીકરણ (1.3)માં તીરની નિશાનીની બંને તરફ દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન થાય છે. તેથી તે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે.

નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ –

$$Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2 \qquad (1.4)$$

સોપાન I : રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવા માટે સૌપ્રથમ દરેક સૂત્રની ફરતે એક ખાનું (બૉક્સ) બનાવો. સમીકરણને સમતોલિત કરતી વખતે ખાનાંઓની અંદર કોઈ ફેરફાર કરશો નહિ.

$$\boxed{Fe} + \boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + \boxed{H_2} \qquad (1.5)$$

સોપાન II : અસમતોલિત સમીકરણ (1.5)માં હાજર રહેલાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યાની યાદી બનાવો.

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપજોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (RHS)
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

સોપાન III : સરળતા ખાતર સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતા સંયોજનના સમતોલનની શરૂઆત કરો. તે પ્રક્રિયક કે નીપજ ગમે તે હોઈ શકે છે. તે સંયોજનમાં સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતું તત્ત્વ પસંદ કરો. આ માપદંડ (સિદ્ધાંત) પ્રમાણે આપણે Fe_3O_4 અને તેમાં રહેલા ઑક્સિજન તત્ત્વની પસંદગી કરીએ છીએ. જમણી તરફ ઑક્સિજનના ચાર પરમાણુઓ છે, જ્યારે ડાબી તરફ ઑક્સિજનનો માત્ર એક જ પરમાણુ છે.

ઑક્સિજનના પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે –

ઑક્સિજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1 (H_2Oમાં)	4(Fe_3O_4માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1×4	4

એ ચોક્કસ પણે યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે આપણે પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં સંયોજનો કે તત્ત્વોનાં સૂત્રો બદલી શકાતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે ઑક્સિજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે આપણે '4' સહગુણક (Coefficient) મૂકી $4H_2O$ લખી શકીએ પરંતુ H_2O_4 અથવા $(H_2O)_4$ ન લખી શકાય. હવે, આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ નીચે મુજબ થશે –

$$\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + \boxed{H_2} \qquad (1.6)$$

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

સોપાન IV : Fe અને H પરમાણુઓ હજી પણ સમતોલિત નથી. આ તત્ત્વો પૈકી કોઈ એકને પસંદ કરીને આગળ વધીએ. ચાલો, આપણે આ આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરીએ.

H-પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે જમણી તરફ હાઇડ્રોજન અણુઓની સંખ્યા 4 કરો.

હાઇડ્રોજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	8 ($4H_2O$માં)	2 (H_2માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	8	2×4

સમીકરણ આ પ્રમાણે થશે –

$$\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + 4\boxed{H_2} \qquad (1.7)$$

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

સોપાન V : ઉપર્યુક્ત સમીકરણ ચકાસો અને સમતોલિત ન હોય તેવું ત્રીજું તત્ત્વ પસંદ કરો. તમે જોશો કે માત્ર એક જ તત્ત્વનું સમતોલન બાકી છે અને તે, આયર્ન (લોખંડ) છે.

આયર્ન (લોખંડ)ના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1(Fe માં)	3(Fe_3O_4માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 3	3

Feને સમતોલિત કરવા માટે, આપણે ડાબી તરફ Feના ત્રણ પરમાણુ લઈએ.

$$3\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + 4\boxed{H_2} \qquad (1.8)$$

તબક્કો VI : અંતમાં સમતોલિત સમીકરણની ખરાઈ કરવા માટે આપણે સમીકરણની બંને તરફ રહેલા દરેકે તત્ત્વના પરમાણુઓની ગણતરી કરીએ.

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \qquad \text{(સમતોલિત સમીકરણ)} \quad (1.9)$$

સમીકરણ (1.9)માં બંને તરફ રહેલાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે. હવે, આ સમીકરણ સમતોલિત છે. રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરવાની આ પદ્ધતિ હિટ ઍન્ડ ટ્રાયલ (Hit and Trial) પદ્ધતિ કહેવાય છે, કારણ કે આપણે પ્રયત્નો દ્વારા નાનામાં નાના પૂર્ણાંક સહગુણાંક વડે સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.

સોપાન VII : *ભૌતિક અવસ્થાઓની સંજ્ઞાઓ લખવી* ધ્યાનપૂર્વક ઉપર્યુક્ત દર્શાવેલા સમતોલિત સમીકરણ 1.9ને તપાસો. શું આ સમીકરણ દ્વારા આપણને દરેક પ્રક્રિયક અને નીપજની ભૌતિક અવસ્થા વિશેની માહિતી પ્રાપ્ત થાય છે ? આ સમીકરણમાં તેઓની ભૌતિક-અવસ્થાઓ વિશેની કોઈ માહિતી અપાયેલી નથી.

રાસાયણિક સમીકરણને વધુ માહિતીપ્રદ બનાવવા માટે પ્રક્રિયક અને નીપજનાં રાસાયણિક સૂત્રોની સાથે તેઓની ભૌતિક-અવસ્થાઓનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવે છે. પ્રક્રિયકો અને નીપજોની વાયુરૂપ, પ્રવાહી, જલીય અને ઘન અવસ્થાઓને અનુક્રમે (g), (l), (aq) અને (s) જેવા સંકેતો (notations) દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. પાણીમાં બનાવેલા દ્રાવણમાં પ્રક્રિયક અથવા નીપજ હાજર હોય તો જલીય (aqueous) (aq) શબ્દ લખાય છે.

સમતોલિત સમીકરણ (1.9) નીચે પ્રમાણે થશે :

$$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \qquad (1.10)$$

અત્રે નોંધનીય છે કે H_2Oની સાથે (g) સંજ્ઞાનો ઉપયોગ દર્શાવે છે કે, આ પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ વરાળ (બાષ્પ) સ્વરૂપે કરવામાં આવ્યો છે.

સામાન્ય રીતે જ્યાં સુધી જરૂરી ન હોય ત્યાં સુધી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભૌતિક-અવસ્થાઓનો સમાવેશ કરવામાં આવતો નથી.

કેટલીક વખત પ્રક્રિયા માટે પ્રક્રિયા પરિસ્થિતિઓ જેવી કે તાપમાન, દબાણ, ઉદ્દીપક વગેરે સમીકરણમાં તીરની નિશાનીની ઉપર અને/અથવા નીચે તરફ દર્શાવવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{\text{340 વાતાવરણ}} CH_3OH(l) \qquad (1.11)$$

$$6CO_2(aq) + 12H_2O(l) \xrightarrow[\text{ક્લૉરોફિલ}]{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(aq) + 6H_2O(l) \qquad (1.12)$$

(ગ્લુકોઝ)

આ સોપાનોના ઉપયોગ દ્વારા શું તમે આ પ્રકરણમાં અગાઉ આપેલ સમીકરણ (1.2)ને સમતોલિત કરી શકશો ?

પ્રશ્નો

1. મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને હવામાં સળગાવતાં પહેલાં શા માટે સાફ કરવામાં આવે છે ?
2. નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત સમીકરણ લખો :
   (i) હાઇડ્રોજન + ક્લોરિન → હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ
   (ii) બેરિયમ ક્લોરાઇડ + ઍલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ → બેરિયમ સલ્ફેટ + ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ
   (iii) સોડિયમ + પાણી → સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + હાઇડ્રોજન
3. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે ભૌતિક-અવસ્થાઓની સંજ્ઞા સહિતના સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો :
   (i) બેરિયમ ક્લોરાઇડ અને સોડિયમ સલ્ફેટના પાણીમાં બનાવેલાં દ્રાવણો વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ અદ્રાવ્ય બેરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ મળે છે.
   (ii) સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ (પાણીમાં) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડના દ્રાવણ (પાણીમાં) સાથે પ્રક્રિયા કરી સોડિયમ ક્લોરાઇડ દ્રાવણ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

Y8B4K1

1.2 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના પ્રકાર (Types of Chemical Reactions)

ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કોઈ એક તત્ત્વના પરમાણુઓનું રૂપાંતર અન્ય તત્ત્વના પરમાણુઓમાં થતું નથી. તેમજ પરમાણુઓ મિશ્રણમાંથી અદૃશ્ય થઈ જાય અથવા બહારથી ગમે ત્યાંથી મિશ્રણમાં દાખલ થઈ જાય તેવું બનતું નથી. ખરેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં પરમાણુઓ વચ્ચે બંધો તૂટીને તેમજ બંધો બનીને નવા પદાર્થો ઉદ્‌ભવે છે. પરમાણુઓ વચ્ચે બનતા બંધોના પ્રકાર વિશે તમે પ્રકરણ 3 અને 4માં અભ્યાસ કરશો.

1.2.1 સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા (Combination Reaction)

આકૃતિ 1.3

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી ફોડેલા ચૂના (Slacked lime)નું નિર્માણ

પ્રવૃત્તિ 1.4

- બીકરમાં કેલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અથવા કળીચૂનાનો થોડો જથ્થો લો.
- તેમાં ધીરે-ધીરે પાણી ઉમેરો
- આકૃતિ 1.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બીકરને સ્પર્શ કરો.
- શું તમે તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર અનુભવો છો ?

કેલ્શિયમ ઑક્સાઇડ ખૂબ જ જોશથી (Vigorously) પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી ફોડેલો ચૂનો (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) બનાવે છે અને પુષ્કળ પ્રમાણમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરે છે.

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + \text{ઉષ્મા} \quad (1.13)$$

કળીચૂનો ફોડેલો ચૂનો

આ પ્રક્રિયામાં કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અને પાણી સંયોજાઈને એક જ નીપજ કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. એવી પ્રક્રિયા કે જેમાં બે કે તેથી વધુ પ્રક્રિયકોમાંથી એક જ નીપજનું નિર્માણ થાય તેને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા કહે છે.

શું તમે જાણો છો ?

પ્રક્રિયા 1.13માં ઉદ્ભવેલા ફોડેલા ચૂનાના દ્રાવણનો ઉપયોગ દીવાલોને ધોળવા માટે થાય છે. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ હવામાંના કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે ધીમી પ્રક્રિયા દ્વારા દીવાલો પર કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું પાતળું સ્તર બનાવે છે. દીવાલ ધોળ્યા બાદ બે-ત્રણ દિવસ પછી કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું નિર્માણ થાય છે, જેથી દીવાલો પર ચમક આવી જાય છે. અહીં નોંધવા જેવી રસપ્રદ (interesting) વાત એ છે કે, આરસપહાણનું રાસાયણિક સૂત્ર પણ $CaCO_3$ છે.

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l) \qquad (1.14)$$

(કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) (કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ)

ચાલો, આપણે સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાંક વધુ ઉદાહરણોની ચર્ચા કરીએ.

(i) કોલસાનું સળગવું

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad (1.15)$$

(ii) $H_2(g)$ અને $O_2(g)$માંથી પાણીનું નિર્માણ

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \qquad (1.16)$$

સરળ ભાષામાં આપણે કહી શકીએ છીએ કે, જ્યારે બે કે તેથી વધુ પદાર્થો (તત્ત્વો કે સંયોજનો) સંયોજાઈને એક જ નીપજનું નિર્માણ કરે છે ત્યારે તે પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 1.4માં પણ આપણે અવલોકન કર્યું છે કે, વધુ માત્રામાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થઈ છે તે પ્રક્રિયા મિશ્રણને ગરમ કરે છે. એવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં નીપજોના નિર્માણની સાથે ઉષ્મા મુક્ત થાય છે, તેને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) રાસાયણિક પ્રક્રિયા કહે છે.

ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો –

(i) કુદરતી વાયુનું સળગવું (દહન)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \qquad (1.17)$$

(ii) શું તમે જાણો છો કે શ્વસન ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે ?

આપણે સૌ જાણીએ છીએ કે જીવવા માટે આપણને ઊર્જાની જરૂર પડે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેમાંથી આ ઊર્જા મળે છે. પાચન દરમિયાન ખોરાક વધુ સરળ પદાર્થોમાં વિભાજિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે ભાત, બટાકા અને બ્રેડ (Bread)માં કાર્બોદિત પદાર્થો હોય છે. આ કાર્બોદિત પદાર્થોનું વિભાજન થઈ ગ્લુકોઝ બને છે. આ ગ્લુકોઝ આપણા શરીરના કોષોમાં રહેલા ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ઊર્જા પૂરી પાડે છે. આ પ્રક્રિયાનું વિશિષ્ટ નામ શ્વસન છે, જેનો અભ્યાસ તમે પ્રકરણ 6માં કરશો.

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(aq) \rightarrow 6CO_2(aq) + 6H_2O(l) + \text{ઊર્જા} \qquad (1.18)$$

(ગ્લુકોઝ)

(iii) વનસ્પતિજ દ્રવ્યનું વિઘટન થઈ ખાતર બનવું, પણ ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે.

પ્રવૃત્તિ 1.1માં થતી પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો કે જેમાં એક જ નીપજના નિર્માણ સાથે ઉષ્મા ઉદ્ભવે છે.

1.2.2 વિઘટન પ્રક્રિયા (Decomposition Reaction)

આકૃતિ 1.4

ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિક ધરાવતી ઉત્કલન નળીને ગરમ કરવાની અને તેની વાસ સૂંઘવાની સાચી રીત

પ્રવૃત્તિ 1.5

- એક શુષ્ક ઉત્કલન નળી (Boiling Tube)માં આશરે 2 g ફેરસ સલ્ફેટ લો.
- ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકનો રંગ નોંધો.
- આકૃતિ 1.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્કલન નળીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લૅમ્પની જ્યોત પર ગરમ કરો.
- ગરમ કર્યા બાદ ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકના રંગનું અવલોકન કરો.

શું તમે નોંધ્યું કે ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકનો લીલો રંગ બદલાયો છે ? સલ્ફરના બળવાથી ઉદ્ભવતી લાક્ષણિક વાસ પણ તમે સૂંઘી શકો છો.

$$2FeSO_4(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Fe_2O_3(s) + SO_2(g) + SO_3(g) \qquad (1.19)$$

(ફેરસ સલ્ફેટ) (ફેરિક ઑક્સાઇડ)

આ પ્રક્રિયામાં તમે જોઈ શકો છો કે એક જ પ્રક્રિયક તૂટીને વધુ સરળ નીપજો આપે છે. આ પ્રક્રિયા વિઘટન પ્રક્રિયા છે. ફેરસ સલ્ફેટ ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)ના સ્ફટિકને ગરમ કરતાં તેમાંથી પાણી દૂર થાય છે અને સ્ફટિકનો રંગ બદલાય છે. ઉપરાંત તે ફેરિક ઑક્સાઇડ (Fe_2O_3), સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ (SO_2) અને સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઇડ (SO_3)માં વિઘટિત થાય છે. ફેરિક ઑક્સાઇડ ઘન છે, જ્યારે SO_2 અને SO_3 વાયુઓ છે.

કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું ઉષ્મા આપવાથી કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં થતું વિઘટન વિવિધ ઉદ્યોગોમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી એક અગત્યની વિઘટન-પ્રક્રિયા છે. કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડને ચૂનો અથવા કળીચૂનો કહે છે. તેના અનેક ઉપયોગો છે, તે પૈકીનો એક સિમેન્ટની બનાવટમાં થાય છે. ઉષ્માની મદદથી કરવામાં આવતી વિઘટન-પ્રક્રિયાને ઉષ્મીય વિઘટન કહે છે.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} CaO(s) + CO_2(g) \qquad (1.20)$$

(ચૂનાનો પથ્થર) (કળીચૂનો)

ઉષ્મીય વિઘટનનું અન્ય ઉદાહરણ પ્રવૃત્તિ 1.6માં આપેલ છે.

આકૃતિ 1.5

લેડ નાઇટ્રેટને ગરમ કરવું તેમજ નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડનું ઉત્પન્ન થવું

પ્રવૃત્તિ 1.6

- ઉત્કલન નળીમાં આશરે 2 g લેડ નાઇટ્રેટ પાઉડર લો.
- આકૃતિ 1.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્કલન નળીને હૉલ્ડર વડે પકડીને જ્યોત ઉપર ગરમ કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? જો કોઈ પરિવર્તન દેખાય તો તેને નોંધી લો.

તમને કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થતો દેખાશે. આ ધુમાડો નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ (NO_2)નો છે. આ પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે –

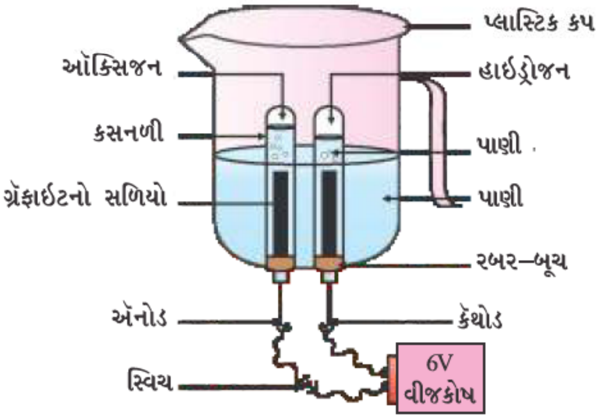
$$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g) \quad (1.21)$$

(લેડ નાઈટ્રેટ) (લેડ ઑક્સાઈડ) (નાઈટ્રોજન ડાયૉક્સાઈડ) (ઑક્સિજન)

ચાલો, આપણે પ્રવૃત્તિ 1.7 અને 1.8માં દર્શાવેલી કેટલીક વધુ વિઘટન-પ્રક્રિયાઓ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.7

- એક પ્લાસ્ટિકનો કપ લઈ તેનાં તળિયે બે છિદ્રો કરો અને આ છિદ્રોમાં રબરના બૂચ લગાવો. આકૃતિ 1.6માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રબરના બૂચમાં કાર્બનના વિદ્યુતધ્રુવો દાખલ કરો.
- આ વિદ્યુતધ્રુવોને 6 વોલ્ટના વિદ્યુતીય કોષ (બૅટરી) સાથે જોડો.
- વિદ્યુતધ્રુવો પાણીમાં ડૂબે તે રીતે કપમાં પાણી ભરી દો. પાણીમાં મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- પાણીથી ભરેલી બે કસનળીઓ લો અને તેને કાર્બનના બે વિદ્યુતધ્રુવો પર ઊંધી ગોઠવો.
- વિદ્યુતપ્રવાહ ચાલુ કરી સમગ્ર ઉપકરણને થોડી વાર માટે ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય રાખી મૂકો.
- તમને બંને વિદ્યુતધ્રુવો પર પરપોટા ઉદ્ભવતા દેખાશે. આ પરપોટા કસનળીઓમાં પાણીનું વિસ્થાપન કરે છે.
- શું બંને કસનળીઓમાં એકઠા થયેલા વાયુનું કદ સમાન છે ?
- બંને કસનળીઓમાં પૂરતા પ્રમાણમાં વાયુ ભરાઈ જાય ત્યારે સાવધાનીપૂર્વક કસનળીઓને દૂર કરો.
- વારાફરતી બંને કસનળીઓના મુખ ઉપર સળગતી મીણબત્તી લાવી વાયુઓની પરખ કરો.
  ચેતવણી : આ સોપાન શિક્ષક દ્વારા સાવધાનીપૂર્વક થવું જોઈએ.
- દરેક કિસ્સામાં શું થાય છે ?
- પ્રત્યેક કસનળીમાં કયો વાયુ હાજર છે ?



આકૃતિ 1.6
પાણીનું વિદ્યુતવિભાજન

પ્રવૃત્તિ 1.8

- એક ચાઈના ડિશમાં 2 g સિલ્વર ક્લોરાઈડ લો.
- તેનો રંગ કેવો છે ?
- થોડી વાર માટે ચાઈના ડિશને સૂર્યના પ્રકાશમાં મૂકો (આકૃતિ 1.7).
- થોડા સમય પછી સિલ્વર ક્લોરાઈડના રંગનું અવલોકન કરો.

આકૃતિ 1.7
સૂર્યના પ્રકાશમાં સિલ્વર ક્લોરાઈડ ભૂરા રંગમાં રૂપાંતરિત થઈને સિલ્વર ધાતુ બને છે

તમે જોશો કે સૂર્યપ્રકાશમાં સફેદ સિલ્વર ક્લોરાઈડનું રૂપાંતર રાખોડી રંગના પદાર્થમાં થાય છે. પ્રકાશને કારણે સિલ્વર ક્લોરાઈડનું વિઘટન સિલ્વર અને ક્લોરિનમાં થવાને કારણે આમ બને છે.

$$2AgCl(s) \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} 2Ag(s) + Cl_2(g) \quad (1.22)$$

સિલ્વર બ્રોમાઇડ પણ આ જ પ્રકારે વર્તે છે.

$$2AgBr(s) \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} 2Ag(s) + Br_2(g) \quad (1.23)$$

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓ શ્યામ અને શ્વેત (Black and White) ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે. કયા પ્રકારની ઊર્જાના કારણે આ વિઘટન-પ્રક્રિયાઓ થાય છે ?

આપણે જોયેલું છે કે વિઘટન-પ્રક્રિયાઓમાં પ્રક્રિયકોને તોડવા માટે ઉષ્મા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે ઊર્જા જરૂરી છે. જે પ્રક્રિયાઓમાં ઉષ્મા શોષાતી હોય તેવી પ્રક્રિયાઓને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

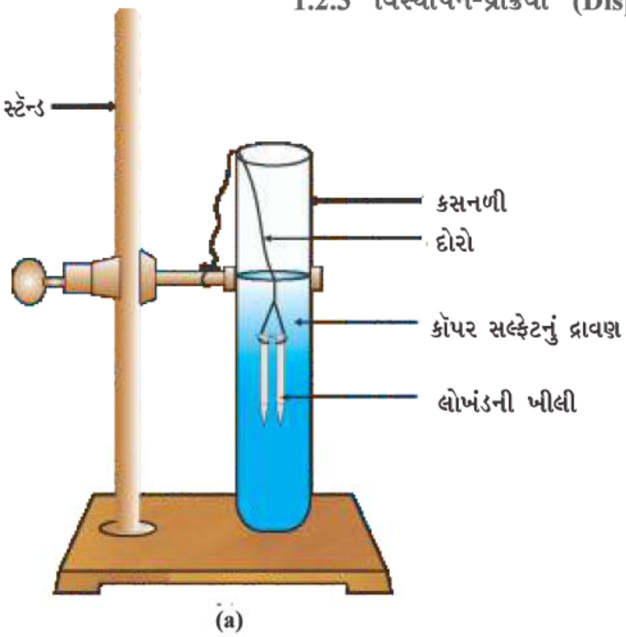
નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરો

એક કસનળીમાં આશરે 2 g બેરિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ લો. તેમાં 1 g એમોનિયમ ક્લોરાઇડ ઉમેરીને તેને કાચના સળિયા વડે મિશ્ર કરો. તમારી હથેળીને કસનળીના તળિયાના સંપર્કમાં લાવો. તમે શું અનુભવો છો ? શું તે ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે કે ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયા છે ?

પ્રશ્નો

1. પદાર્થ 'X'નું દ્રાવણ ધોળવા (White Washing) માટે વપરાય છે.
   (i) પદાર્થ 'X'નું નામ આપો અને તેનું સૂત્ર લખો.
   (ii) (i)માં જેનું નામ દર્શાવ્યું છે તે પદાર્થ 'X'ની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા લખો.
2. પ્રવૃત્તિ 1.7માં એક કસનળીમાં એકત્ર થતો વાયુનો જથ્થો એ બીજી કસનળીમાં એકત્ર થતા વાયુના જથ્થા કરતાં બમણો શા માટે છે ? આ વાયુનું નામ દર્શાવો.

1.2.3 વિસ્થાપન-પ્રક્રિયા (Displacement Reaction)

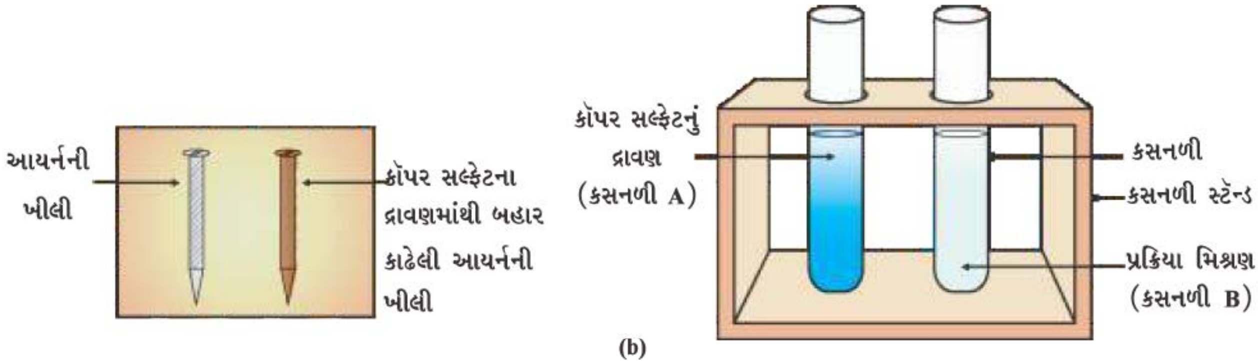


આકૃતિ 1.8

(a) કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ડુબાડેલી આયર્ન (લોખંડ)ની ખીલીઓ

પ્રવૃત્તિ 1.9

- આયર્ન (લોખંડ)ની ત્રણ ખીલીઓ લઈ તેને કાચપેપર વડે ઘસીને સાફ કરો.
- (A) અને (B) નામ આપેલ બે કસનળીઓ લો. દરેક કસનળીમાં આશરે 10 mL કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો.
- લોખંડની બે ખીલીઓને દોરી વડે બાંધીને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણથી ભરેલી કસનળી (B)માં 20 મિનિટ માટે ડુબાડો [આકૃતિ 1.8 (a)]. સરખામણી કરવા માટે લોખંડની એક ખીલીને અલગ રાખો.
- 20 મિનિટ બાદ બંને ખીલીઓને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાંથી બહાર કાઢો.
- કસનળી (A) અને (B) માં રહેલા કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણના રંગની તીવ્રતાની સરખામણી કરો [આકૃતિ 1.8 (b)].
- કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ડુબાડેલી ખીલીઓના રંગની સરખામણી અલગ રાખેલી ખીલી સાથે કરો [આકૃતિ 1.8 (b)].



આકૃતિ 1.8 (b) પ્રયોગ પહેલાં તેમજ પ્રયોગ બાદ આયર્નની ખીલીઓ અને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણની સરખામણી

શા માટે લોખંડની ખીલી કથ્થાઈ રંગની થાય છે અને કૉપર સલ્ફેટનો ભૂરો રંગ ઝાંખો (આછો) થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયા થાય છે :

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \quad (1.24)$$
(કૉપર સલ્ફેટ) (આયર્ન સલ્ફેટ)

આ પ્રક્રિયામાં આયર્ન કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાંથી કૉપરને વિસ્થાપિત અથવા દૂર કરે છે. આ પ્રક્રિયાને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે.

વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો આ પ્રમાણે છે :

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \quad (1.25)$$
(કૉપર સલ્ફેટ) (ઝિંક સલ્ફેટ)

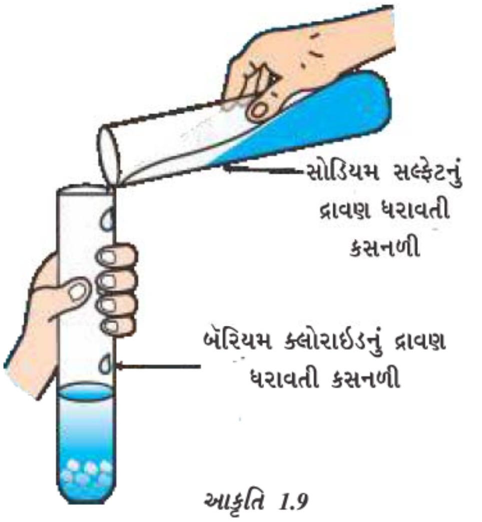
$$Pb(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow PbCl_2(aq) + Cu(s) \quad (1.26)$$
(કૉપર ક્લોરાઈડ) (લેડ ક્લોરાઈડ)

ઝિંક અને લેડ, કૉપર કરતાં વધુ સક્રિય તત્ત્વો છે. તે કૉપરનાં સંયોજનોમાંથી કૉપરને વિસ્થાપિત કરે છે.

1.2.4 દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Double Displacement Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.10

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL સોડિયમ સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો.
- બીજી કસનળીમાં આશરે 3 mL બૅરિયમ ક્લોરાઈડનું દ્રાવણ લો.
- બંને દ્રાવણોને મિશ્ર કરો (આકૃતિ 1.9).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 1.9
બૅરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ

તમે જોશો કે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય તેવા સફેદ પદાર્થનું નિર્માણ થાય છે. આ અદ્રાવ્ય પદાર્થને અવક્ષેપ (Precipitate) કહે છે. એવી કોઈ પણ પ્રક્રિયા કે જે અવક્ષેપ ઉત્પન્ન કરે છે, તેને અવક્ષેપન-પ્રક્રિયા (Precipitation Reaction) કહે છે.

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2\ NaCl(aq) \quad (1.27)$$
(સોડિયમ સલ્ફેટ) (બૅરિયમ ક્લોરાઈડ) (બૅરિયમ સલ્ફેટ) (સોડિયમ ક્લોરાઈડ)

આમ થવાનું કારણ શું ? Ba^{2+} અને SO_4^{2-} આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયાના કારણે $BaSO_4$ ના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. મળતી બીજી નીપજ સોડિયમ ક્લોરાઇડ છે કે જે દ્રાવણમાં જ દ્રાવ્ય રહે છે. આવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં પ્રક્રિયકો વચ્ચે આયનોની આપ-લે થતી હોય તેને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

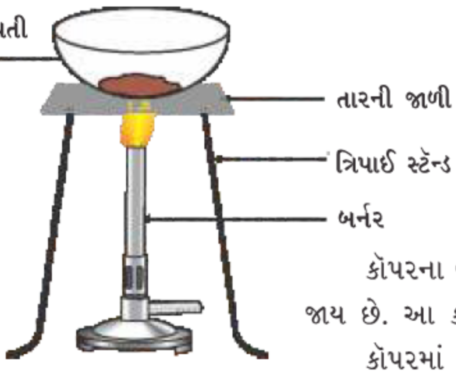
પ્રવૃત્તિ 1.2 યાદ કરો, કે જેમાં તમે લેડ(II) નાઈટ્રેટ અને પોટૅશિયમ આયોડાઇડના દ્રાવણને મિશ્ર કરેલાં છે.

(i) ઉત્પન્ન થયેલા અવક્ષેપનો રંગ કયો હતો ? શું તમે અવક્ષેપિત થયેલા સંયોજનનું નામ આપી શકશો ?

(ii) આ પ્રક્રિયા માટેનું સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

(iii) શું આ પણ દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા છે ?

1.2.5 ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન (Oxidation and Reduction)



આકૃતિ 1.10

કૉપરનું કૉપર ઑક્સાઇડમાં થતું ઑક્સિડેશન

પ્રવૃત્તિ 1.11

- આશરે 1 g કૉપરનો ભૂકો (પાઉડર) ધરાવતી ચાઈના ડિશને ગરમ કરો (આકૃતિ 1.10).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

કૉપરના ભૂકાની સપાટી પર કાળા રંગના કૉપર(II) ઑક્સાઇડનું પડ જામી જાય છે. આ કાળો પદાર્થ શાથી ઉદ્ભવ્યો ?

કૉપરમાં ઑક્સિજન ઉમેરાઈને કૉપર ઑક્સાઇડ બનવાથી આમ થાય છે.

$$2Cu + O_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2CuO \qquad (1.28)$$

જો આ ગરમ કરેલા પદાર્થ (CuO) પરથી હાઇડ્રોજન વાયુ પસાર કરવામાં આવે તો પ્રતિગામી (ઊંધી) પ્રક્રિયા થવાના કારણે સપાટી પરનું કાળા રંગનું આવરણ કથ્થાઈ રંગમાં ફેરવાય છે અને કૉપર મળે છે.

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Cu + H_2O \qquad (1.29)$$

જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન મેળવે તો તેનું ઑક્સિડેશન થયું તેમ કહેવાય. જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન ગુમાવે તો તેનું રિડક્શન થયું તેમ કહેવાય.

પ્રક્રિયા (1.29) દરમિયાન કૉપર(II) ઑક્સાઇડ ઑક્સિજન ગુમાવી રહ્યો છે અને તેનું રિડક્શન થયું છે. હાઇડ્રોજન ઑક્સિજન મેળવી રહ્યો છે અને તેનું ઑક્સિડેશન થયું છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પ્રક્રિયા દરમિયાન એક પ્રક્રિયક ઑક્સિડેશન પામે છે, જ્યારે બીજો પ્રક્રિયક રિડક્શન પામે છે. આવી પ્રક્રિયાઓને ઑક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અથવા રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

ઑક્સિડેશન

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Cu + H_2O \qquad (1.30)$$

રિડક્શન

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનાં કેટલાંક અન્ય ઉદાહરણો :

$$ZnO + C \rightarrow Zn + CO \qquad (1.31)$$

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \qquad (1.32)$$

પ્રક્રિયા (1.31)માં કાર્બનનું કાર્બન મોનૉક્સાઇડમાં (CO) ઑક્સિડેશન થયું છે અને ઝિંક ઑક્સાઇડ (ZnO)નું ઝિંક (Zn)માં રિડક્શન થયું છે, પ્રક્રિયા (1.32)માં HClનું Cl_2માં ઑક્સિડેશન થયું છે, જ્યારે MnO_2 નું $MnCl_2$માં રિડક્શન થયું છે.

ઉપર દર્શાવેલાં ઉદાહરણો પરથી આપણે કહી શકીએ કે, પ્રક્રિયા દરમિયાન જો પદાર્થ ઑક્સિજન મેળવે અથવા હાઇડ્રોજન ગુમાવે તો તે પદાર્થ ઑક્સિડેશન પામે છે, જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન ગુમાવે અથવા હાઇડ્રોજન મેળવે, તો તે પદાર્થ રિડક્શન પામે છે.

પ્રવૃત્તિ 1.1 યાદ કરો, કે જેમાં મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં (ઑક્સિજન) પ્રજ્વલિત જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ રંગના પદાર્થ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પ્રક્રિયામાં મૅગ્નેશિયમનું ઑક્સિડેશન થયું છે કે રિડક્શન ?

1.3 શું તમે રોજિંદા જીવનમાં ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓની અસરો જોઈ છે ? (Have you observed the effects of Oxidation Reactions in Everyday Life ?)

1.3.1 ક્ષારણ (Corrosion)

તમે ચોક્કસ જોયું હશે કે લોખંડની નવી વસ્તુઓ ચળકાટવાળી હોય છે, પરંતુ કેટલાક સમય બાદ તેની પર લાલાશપડતા કથ્થાઈ રંગના પાઉડરનું આવરણ જામી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે લોખંડનું કટાવું તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. કેટલીક અન્ય ધાતુઓ આ જ પદ્ધતિથી ઝાંખી પડે છે. શું તમે ક્યારેય તાંબા અને ચાંદીની સપાટી પરના સ્તરનો રંગ નોંધ્યો છે ? જ્યારે ધાતુ પર તેની આસપાસના પદાર્થો જેવાં કે ભેજ, ઍસિડ વગેરેનો હુમલો થાય (અસર થાય) ત્યારે તેનું ક્ષયન થયું એમ કહેવાય અને આ પ્રક્રિયાને ક્ષારણ (Corrosion) કહેવાય છે. ચાંદી પર લાગતું કાળા રંગનું સ્તર અને તાંબા પર લાગતું લીલા રંગનું સ્તર ક્ષારણનાં અન્ય ઉદાહરણો છે.

ક્ષારણને કારણે મોટરકારના ભાગો, પુલ, લોખંડના પાટા (iron railings), જહાજ તેમજ એવી તમામ વસ્તુઓ કે જે ધાતુની ખાસ કરીને લોખંડની બનેલી હોય તેને નુકસાન થાય છે. લોખંડનું ક્ષારણ એક ગંભીર સમસ્યા છે. દર વર્ષે નુકસાની પામેલા લોખંડને બદલવામાં ઘણો મોટો ખર્ચ થાય છે. તમે પ્રકરણ 3 માં ક્ષારણ વિશે વધુ શીખશો.

1.3.2 ખોરાપણું (ખોરું થવું) (Rancidity)

શું તમે લાંબા સમયથી રાખી મૂકેલા ચરબીયુક્ત/તૈલી ખોરાકનો સ્વાદ અથવા વાસ પારખેલાં છે ?

જ્યારે તેલ અથવા ચરબીનું ઑક્સિડેશન થાય ત્યારે તે ખોરું થઈ જાય છે અને તેની વાસ તથા સ્વાદ બદલાઈ જાય છે. સામાન્ય રીતે ચરબીયુક્ત તેમજ તૈલી ખોરાકમાં ઑક્સિડેશનનો પ્રતિકાર કરે તેવા પદાર્થો (એન્ટીઑક્સિડન્ટ) ઉમેરવામાં આવે છે. હવાચુસ્ત બંધ પાત્રમાં ખોરાક રાખવાથી તેનું ઑક્સિડેશન ધીમું થાય છે. શું તમે જાણો છો કે ચિપ્સ (કાતરી) બનાવવાવાળા ચિપ્સનું ઑક્સિડેશન થતું અટકાવવા માટે બૅગમાં નાઇટ્રોજન જેવા નિષ્ક્રિય વાયુ ભરે છે ?

પ્રશ્નો

1. જ્યારે કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં આયર્નની ખીલી ડુબાડવામાં આવે ત્યારે કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણનો રંગ શા માટે બદલાય છે ?
2. પ્રવૃત્તિ 1.10માં દર્શાવ્યા સિવાયની કોઈ એક દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ આપો.
3. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિડેશન પામતા અને રિડક્શન પામતા પદાર્થોને ઓળખો.

   (i) $4Na(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O(s)$

   (ii) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(l)$

તમે શીખ્યાં કે

- સંપૂર્ણ રાસાયણિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો, નીપજો અને તેઓની ભૌતિક-અવસ્થાઓને પ્રતિકાત્મક રીતે રજૂ કરે છે.
- રાસાયણિક સમીકરણ સમતોલિત હોય છે, જેથી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભાગ લેતાં દરેક પ્રકારના પરમાણુઓની સંખ્યા સમીકરણની પ્રક્રિયક તેમજ નીપજ તરફ સમાન હોય છે. સમીકરણો હંમેશાં સમતોલિત હોવા જ જોઈએ.
- સંયોગીકરણ પ્રક્રિયામાં બે કે તેથી વધુ પદાર્થો સંયોજાઈને એક નવો પદાર્થ બનાવે છે.
- વિઘટન પ્રક્રિયાઓ સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓ કરતાં વિરુદ્ધ છે. વિઘટન-પ્રક્રિયામાં કોઈ એક પદાર્થનું વિઘટન થઈ બે કે તેથી વધુ પદાર્થો મળે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં નીપજોની સાથે ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં ઉષ્મા શોષાય છે તેને ઉષ્માશોષક (Endothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જ્યારે સંયોજનમાંના એક તત્ત્વનું વિસ્થાપન બીજા તત્ત્વ દ્વારા થાય ત્યારે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થાય છે.
- દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓમાં બે ભિન્ન પરમાણુઓ અથવા પરમાણુઓના સમૂહો (આયનો)નો વિનિમય થાય છે.
- અવક્ષેપન પ્રક્રિયાઓ (Precipitation Reactions) દ્વારા અદ્રાવ્ય ક્ષારો બને છે.
- પ્રક્રિયાઓમાં પદાર્થો દ્વારા ઑક્સિજન અથવા હાઇડ્રોજન ઉમેરાતા અથવા દૂર થતા હોય છે. ઑક્સિડેશન એટલે ઑક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા હાઇડ્રોજનનું દૂર થવું. રિડક્શન એટલે ઑક્સિજન ગુમાવવો અથવા હાઇડ્રોજન મેળવવો.

સ્વાધ્યાય

C6T9B7

1. નીચે આપેલ પ્રક્રિયા માટેનાં વિધાનો પૈકી કયાં ખોટાં છે ?

$2PbO(s) + C(s) \rightarrow 2Pb(s) + CO_2(g)$

(a) લેડ રિડક્શન પામે છે.

(b) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઑક્સિડેશન પામે છે.

(c) કાર્બન ઑક્સિડેશન પામે છે.

(d) લેડ ઑક્સાઇડ રિડક્શન પામે છે.

(i) (a) અને (b)

(ii) (a) અને (c)

(iii) (a), (b) અને (c)

(iv) આપેલ તમામ

2. $Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયા શેનું ઉદાહરણ છે ?

(a) સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા

(b) દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા

(c) વિઘટન પ્રક્રિયા

(d) વિસ્થાપન પ્રક્રિયા

3. આયર્નના ભૂકામાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરતાં શું થાય છે ? સાચા જવાબ પર નિશાન કરો.

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ અને આયર્ન ક્લોરાઇડ બને છે.

(b) ક્લોરિન વાયુ અને આયર્ન હાઇડ્રૉક્સાઇડ બને છે.

(c) કોઈ પ્રક્રિયા થતી નથી.

(d) આયર્ન ક્ષાર અને પાણી બને છે.

4. સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ શું છે ? રાસાયણિક સમીકરણોને શા માટે સમતોલિત કરવા જોઈએ ?

5. નીચેનાં વિધાનોને રાસાયણિક સમીકરણોમાં રૂપાંતરિત કરો અને ત્યાર બાદ તેઓને સમતોલિત કરો :

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ નાઇટ્રોજન સાથે સંયોજાઈ ઍમોનિયા બનાવે છે.

(b) હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ વાયુ હવામાં બળીને (દહન પામીને) પાણી અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ આપે છે.

(c) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ ઍલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ સાથે સંયોજાઈને ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ આપે છે તેમજ બૅરિયમ સલ્ફેટના અવક્ષેપ આપે છે.

(d) પોટૅશિયમ ધાતુ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ આપે છે.

6. નીચેનાં રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરો :

(a) $HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$

(b) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

(c) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

(d) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + HCl$

7. નીચે આપેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણો લખો :

(a) કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ → કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ + પાણી

(b) ઝિંક + સિલ્વર નાઇટ્રેટ → ઝિંક નાઇટ્રેટ + સિલ્વર

(c) ઍલ્યુમિનિયમ + કૉપર ક્લોરાઇડ → ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ + કૉપર

(d) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ + પોટૅશિયમ સલ્ફેટ → બૅરિયમ સલ્ફેટ + પોટૅશિયમ ક્લોરાઇડ

8. નીચેના માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો અને તે દરેક કિસ્સામાં પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો :

(a) પોટૅશિયમ બ્રોમાઇડ(aq) + બૅરિયમ આયોડાઇડ(aq) → પોટૅશિયમ આયોડાઇડ(aq) + બેરિયમ બ્રોમાઇડ(aq)

(b) ઝિંક કાર્બોનેટ(s) → ઝિંક ઑક્સાઇડ(s) + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ(g)

(c) હાઇડ્રોજન(g) + ક્લોરિન(g) → હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ(g)

(d) મૅગ્નેશિયમ(s) + હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ(aq) → મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ(aq) + હાઇડ્રોજન(g)

9. ઉષ્માક્ષેપક અને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ એટલે શું ? ઉદાહરણો આપો.

10. શ્વસનને ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા શાથી ગણવામાં આવે છે ? સમજાવો.

11. વિઘટન પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓની વિરુદ્ધ પ્રક્રિયા શા માટે કહેવાય છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

12. એવી વિઘટન પ્રક્રિયાઓના એક-એક સમીકરણ દર્શાવો કે જેમાં ઊર્જા-ઉષ્મા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે પૂરી પાડવામાં આવે છે.

13. વિસ્થાપન પ્રક્રિયા અને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા વચ્ચે શું તફાવત છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

14. સિલ્વરના શુદ્ધીકરણમાં કૉપર ધાતુ દ્વારા સિલ્વર નાઇટ્રેટના દ્રાવણમાંથી સિલ્વરની પ્રાપ્તિ વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મારફતે થાય છે. તેમાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રિયા લખો.

15. તમે અવક્ષેપન પ્રક્રિયાનો શું અર્થ કરો છો ? ઉદાહરણો આપી સમજાવો.

16. ઑક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા દૂર થવું તેના આધારે નીચેનાં પદોને દરેકનાં બે ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

(a) ઑક્સિડેશન

(b) રિડક્શન

17. એક ચળકતા કથ્થાઈ રંગના તત્ત્વ 'X'ને હવામાં ગરમ કરતાં તે કાળા રંગનું બને છે. તત્ત્વ X તેમજ બનતા કાળા રંગના સંયોજનનું નામ આપો.

18. લોખંડની વસ્તુઓ પર આપણે રંગ શા માટે લગાવીએ છીએ ?

19. તેલ તેમજ ચરબીયુક્ત ખાદ્યપદાર્થોની સાથે નાઇટ્રોજન વાયુને ભરવામાં આવે છે ? શા માટે ?

20. નીચેનાં પદોને તે દરેકના એક ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :

(a) ક્ષારણ

(b) ખોરાપણું

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

નીચેની પ્રવૃત્તિ કરો :

- ચાર બીકર લઈ તેમને A, B, C અને D નામ આપો.
- બીકર A, B અને Cમાં 25 mL પાણી ભરો અને બીકર Dમાં 25 mL કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ ભરો.
- ઉપરના દરેક બીકરમાં રહેલા પ્રવાહીનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.
- બીકર A, B, C અને Dમાં અનુક્રમે પોટૅશિયમ સલ્ફેટ, ઍમોનિયમ નાઇટ્રેટ, નિર્જળ કૉપર સલ્ફેટ તેમજ લોખંડનો ભૂકો, બે સ્પેચ્યુલાનાં માપ જેટલા ઉમેરો અને હલાવો.
- અંતમાં ઉપર્યુક્ત દરેક મિશ્રણનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.

કઈ પ્રક્રિયાઓ સ્વભાવમાં ઉષ્માક્ષેપક છે તેમજ કઈ ઉષ્માશોષક છે, તે શોધી કાઢો.

પ્રકરણ 2
ઍસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર (Acids, Bases and Salts)

E7I9S4

તમે અગાઉના ધોરણમાં શીખી ગયાં કે, ખોરાકનો ખાટો અને તૂરો સ્વાદ અનુક્રમે તેમાં હાજર રહેલા ઍસિડ અને બેઇઝના કારણે હોય છે.

જો ઘરમાં કોઈ સભ્ય વધુ ખાવાને કારણે ઍસિડિટીની સમસ્યાથી પીડાય છે, તો તમે તેને નીચેના પૈકી કયો ઇલાજ સૂચવશો - લીંબુનો રસ, વિનેગર (સરકો) કે બેકિંગ સોડાનું દ્રાવણ ?

- ઉપચાર પસંદ કરતી વખતે તમે કયા ગુણધર્મ વિશે વિચાર્યું ? તમે ચોક્કસપણે ઍસિડ અને બેઇઝની એકબીજાની અસરને નાબૂદ કરવાની ક્ષમતા વિશેના તમારા જ્ઞાનનો ઉપયોગ કર્યો હશે.
- યાદ કરો કે આપણે કેવી રીતે ખાટા અને તૂરા પદાર્થોનો સ્વાદ ચાખ્યા વગર તેમની ચકાસણી કરી હતી ?

તમે પહેલેથી જ જાણો છો કે ઍસિડ સ્વાદે ખાટા હોય છે અને ભૂરા લિટમસ પેપરને લાલ રંગમાં ફેરવે છે, જ્યારે બેઇઝ સ્વાદે તૂરા હોય છે અને લાલ લિટમસ પેપરને ભૂરા રંગમાં ફેરવે છે. લિટમસ એક કુદરતી સૂચક (Indicator) છે. હળદર આવો જ એક સૂચક છે. શું તમે ધ્યાન આપ્યું છે કે સફેદ કપડા પરના કઢી (curry)ના ડાઘા પર સાબુ જે સ્વભાવમાં બેઝિક છે તેને ઘસવાથી (રગડવાથી) ડાઘો લાલાશપડતા કથ્થાઈ રંગનો બને છે ? જ્યારે કપડાને વધુપડતા પાણીથી ધોવામાં આવે ત્યારે તે ફરીથી પીળા રંગમાં ફેરવાઈ જાય છે. તમે ઍસિડ અને બેઇઝની કસોટી માટે કૃત્રિમ સૂચકો જેવાં કે મિથાઇલ ઑરેન્જ અને ફિનોલ્ફથેલીનનો પણ ઉપયોગ કરી શકો છો.

આ પ્રકરણમાં આપણે ઍસિડ અને બેઇઝની પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરીશું કે, કેવી રીતે ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજાની અસરને નાબૂદ કરે છે. તેમજ ઘણી વધુ રસપ્રદ વસ્તુઓ કે જેનો આપણા દૈનિક જીવનમાં આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ અને જોઈએ છીએ.

શું તમે જાણો છો ?

લિટમસ દ્રાવણ જાંબુડિયો રંગક છે કે જેને લાઇકેન (Lichen) કે જે થેલોફાયટા (Thallophyta) વર્ગ સાથે સંબંધ ધરાવતા છોડમાંથી નિષ્કર્ષિત (extracted) કરવામાં આવે છે અને સામાન્ય રીતે સૂચક તરીકે ઉપયોગી છે. જ્યારે લિટમસ દ્રાવણ ઍસિડિક કે બેઝિક ન હોય ત્યારે તેનો રંગ જાંબુડિયો હોય છે. ઘણા અન્ય કુદરતી પદાર્થો જેવા કે લાલ કોબીજનાં પાન, હળદર, અમુક ફૂલો જેવાં કે હાઇડ્રાન્જીયા (Hydrangea), પેટૂનિયા (Petunia) અને જેરાનિયમ (Geranium)ની રંગીન પાંખડીઓ દ્રાવણમાં ઍસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવે છે. તેમને ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો અથવા કેટલીક વખત માત્ર સૂચકો કહે છે.

પ્રશ્ન

1. તમને ત્રણ કસનળી આપવામાં આવેલ છે. તેમાંની એક નિસ્યંદિત પાણી ધરાવે છે અને બાકીની બે અનુક્રમે ઍસિડિક અને બેઝિક દ્રાવણ ધરાવે છે. જો તમને માત્ર લાલ લિટમસ પેપર આપેલ હોય, તો તમે દરેક કસનળીમાં રહેલાં ઘટકોની ઓળખ કેવી રીતે કરશો ?

K9H2T4

2.1 ઍસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણધર્મોની સમજ (Understanding the Chemical Properties of Acids and Bases)

2.1.1 પ્રયોગશાળામાં ઍસિડ અને બેઇઝ (Acids and Bases in the Laboratory)

પ્રવૃત્તિ 2.1

- વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંથી નીચે દર્શાવેલ નમૂના એકઠા કરો. હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl), સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (H_2SO_4), નાઇટ્રિક ઍસિડ (HNO_3), એસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH), સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (NaOH), કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ [$Ca(OH)_2$], પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (KOH), મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ [$Mg(OH)_2$] અને એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (NH_4OH)
- ઉપર્યુક્ત દ્રાવણો પૈકી દરેકનું એક ટીપું વૉચગ્લાસ પર મૂકો અને કોષ્ટક 2.1માં દર્શાવેલા સૂચકોની મદદથી તેની કસોટી કરો.
- લીધેલા દરેક દ્રાવણના રંગમાં લાલ લિટમસ, ભૂરું લિટમસ, ફિનોલ્ફથેલીન અને મિથાઇલ ઑરેન્જના દ્રાવણ સાથે શો ફેરફાર થયો ?
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.1 માં નોંધો.

કોષ્ટક 2.1

નમૂનાનું દ્રાવણ	લાલ લિટમસ દ્રાવણ	ભૂરું લિટમસ દ્રાવણ	ફિનોલ્ફથેલીન દ્રાવણ	મિથાઇલ ઑરેન્જ દ્રાવણ

આ સૂચકો રંગમાં થતા ફેરફાર દ્વારા આપણને દર્શાવે છે કે પદાર્થ ઍસિડિક છે કે બેઝિક. કેટલાક પદાર્થોની વાસ (Odour) ઍસિડિક માધ્યમમાં અને બેઝિક માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. તેમને ઘ્રાણેન્દ્રિય (Olfactory) સૂચકો કહે છે. ચાલો, આપણે આમાનાં કેટલાંક સૂચકોને ચકાસીએ.

પ્રવૃત્તિ 2.2

- સારી રીતે સમારેલી કેટલીક ડુંગળીને પ્લાસ્ટિકની થેલીમાં સ્વચ્છ કાપડની કેટલીક પટ્ટીઓ સાથે લો. થેલીને ચુસ્ત રીતે બાંધી દો અને આખી રાત માટે તેને ફ્રિજમાં રહેવા દો. હવે, કાપડની પટ્ટીઓ ઍસિડ અને બેઇઝની કસોટી કરવા માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાશે.
- તેમાંથી કાપડની બે પટ્ટીઓ બે ટુકડા લઈ તેમની વાસ તપાસો.
- તેમને સ્વચ્છ સપાટી પર રાખો અને એક પટ્ટી પર મંદ HCl દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં મૂકો અને બીજી પટ્ટી પર મંદ NaOH દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં મૂકો.

- કાપડની બંને પટ્ટીઓને ચોખ્ખા પાણીથી ધોઈને ફરીથી તેમની વાસ તપાસો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- હવે થોડો મંદ વેનિલા અર્ક અને લવિંગનું તેલ લો તથા તેમની વાસ તપાસો.
- હવે એક કસનળીમાં થોડું મંદ HCl દ્રાવણ અને બીજી કસનળીમાં થોડું મંદ NaOH દ્રાવણ લો. બંને કસનળીમાં મંદ વેનિલા અર્ક (Vanilla essence)નાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો અને બરાબર હલાવો. ફરી એકવાર તેની વાસ તપાસો અને જો વાસમાં કોઈ ફેરફાર હોય તો તેની નોંધ કરો.
- તેવી જ રીતે, મંદ HCl અને મંદ NaOH દ્રાવણો સાથે લવિંગના તેલ (Clove Oil)ની વાસમાં થતો ફેરફાર તપાસો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

તમારાં અવલોકનોને આધારે વેનિલા, ડુંગળી અને લવિંગ પૈકી કયો ઘ્રાણેન્દ્રિય સૂચક તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકાય ?

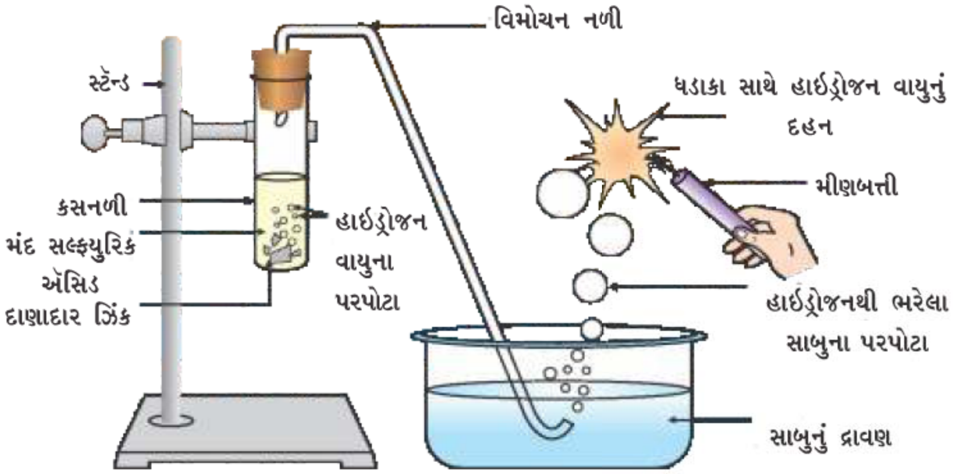
ચાલો, આપણે ઍસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજવા માટે કેટલીક વધુ પ્રવૃત્તિઓ કરીએ.

2.1.2 ઍસિડ અને બેઇઝ ધાતુઓ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? (How do Acids and Bases React with Metals ?)

પ્રવૃત્તિ 2.3

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- આકૃતિ 2.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણી કરો.
- એક કસનળીમાં આશરે 5 mL મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ લો અને તેમાં દાણાદાર ઝિંકના થોડા દાણા ઉમેરો.
- તમે દાણાદાર ઝિંકની સપાટી પર શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉત્પન્ન થતા વાયુને સાબુના દ્રાવણમાંથી પસાર કરો.
- સાબુના દ્રાવણમાં પરપોટા શા માટે ઉદ્ભવે છે ?
- વાયુથી ભરેલા પરપોટા નજીક સળગતી મીણબત્તી લઈ જાઓ.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- કેટલાંક વધુ ઍસિડ જેવાં કે HCl, HNO_3 અને CH_3COOH સાથે આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો.
- શું તમામ કિસ્સામાં અવલોકનો એકસમાન છે કે જુદાં–જુદાં ?



આકૃતિ 2.1 દાણાદાર ઝિંકની મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા અને દહન દ્વારા હાઇડ્રોજન વાયુની ચકાસણી

નોંધો કે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાઓમાં ધાતુ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન હાઇડ્રોજન વાયુસ્વરૂપે કરે છે. ધાતુ ઍસિડ સાથે જોડાઈને સંયોજન બનાવે છે જેને ક્ષાર કહે છે. આમ, ધાતુની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રકારે હોઈ શકે છે :

ઍસિડ + ધાતુ → ક્ષાર + હાઇડ્રોજન વાયુ

તમે જે પ્રક્રિયાઓનું અવલોકન કર્યું છે, તેના સમીકરણ તમે લખી શકશો ?

પ્રવૃત્તિ 2.4

- એક કસનળીમાં દાણાદાર ઝિંક ધાતુના થોડા ટુકડા લો.
- તેમાં 2 mL સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ ઉમેરીને કસનળીની સામગ્રીને થોડી ગરમ કરો.
- બાકીનાં સોપાનોનું પ્રવૃત્તિ 2.3 પ્રમાણે પુનરાવર્તન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

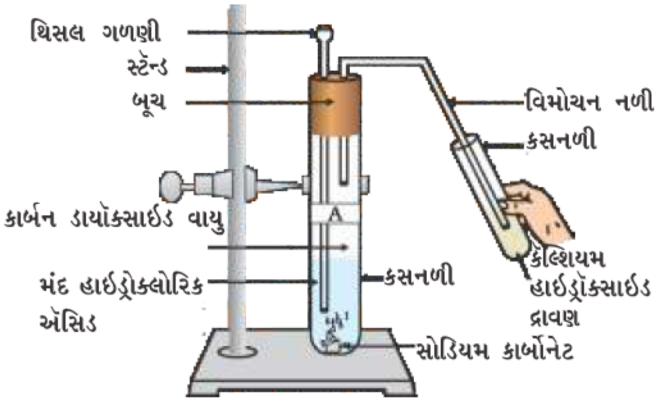
આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$2NaOH(aq) + Zn(s) \rightarrow Na_2ZnO_2(s) + H_2(g)$$

(સોડિયમ ઝિંકેટ)

તમે ફરીથી જોશો કે પ્રક્રિયામાં હાઇડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે. જોકે આવી પ્રક્રિયાઓ બધી ધાતુઓ સાથે શક્ય બનતી નથી.

2.1.3 ધાતુ કાર્બોનેટ અને ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ઍસિડ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? (How do Metal Carbonates and Metal Hydrogencarbonates React with Acids ?)



આકૃતિ 2.2
કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુનું પસાર થવું

પ્રવૃત્તિ 2.5

- બે કસનળી લો. તેમને A અને B નામ આપો.
- કસનળી Aમાં 0.5 g સોડિયમ કાર્બોનેટ (Na_2CO_3) અને કસનળીમાં Bમાં 0.5 g સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ ($NaHCO_3$) લો.
- બંને કસનળીઓમાં આશરે 2 mL મંદ HCl ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- આકૃતિ 2.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે દરેક કસનળીમાં ઉદ્ભવતા વાયુને ચૂનાના પાણી (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ)માંથી પસાર કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં થતી પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે લખી શકાય :

કસનળી A : $Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

કસનળી B : $NaHCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

ઉદ્ભવતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુને ચૂનાના પાણીમાંથી પસાર કરતાં,

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$$

(ચૂનાનું પાણી) (સફેદ અવક્ષેપ)

વધુ પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ પસાર કરતાં નીચે દર્શાવ્યા મુજબની પ્રક્રિયા થાય છે :

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$$

(પાણીમાં દ્રાવ્ય)

ચૂનાનો પથ્થર, ચાક અને આરસપહાણ (marble) કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનાં વિવિધ રૂપો છે. તમામ ધાતુ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને તેમને અનુરૂપ ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી આપે છે.

આમ, પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રમાણે હોઈ શકે -

ધાતુ કાર્બોનેટ/ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ + ઍસિડ → ક્ષાર + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ + પાણી

2.1.4 ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજા સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? (How do Acids and Bases React with each other ?)

પ્રવૃત્તિ 2.6

- એક કસનળીમાં આશરે 2 mL મંદ NaOHનું દ્રાવણ લો અને તેમાં ફિનોલ્ફથેલીન દ્રાવણનાં બે ટીપાં ઉમેરો.
- દ્રાવણનો રંગ કેવો છે ?
- ઉપર્યુક્ત દ્રાવણમાં ટીપે-ટીપે મંદ HCl દ્રાવણ ઉમેરો.
- પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં શું કોઈ રંગ-પરિવર્તન થાય છે ?
- શા માટે ઍસિડ ઉમેરવાથી ફિનોલ્ફથેલીનનો રંગ બદલાય છે ?
- હવે ઉપર્યુક્ત મિશ્રણમાં NaOHનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- શું ફિનોલ્ફથેલીનનો ગુલાબી રંગ ફરીથી દેખાય છે ?
- તમે વિચારો આવું શા માટે થાય છે ?

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં આપણે અવલોકન કર્યું છે કે ઍસિડ દ્વારા બેઇઝની અસર તેમજ બેઇઝ દ્વારા ઍસિડની અસર નાબૂદ થાય છે. આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

ઍસિડ અને બેઇઝ વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ ક્ષાર અને પાણી મળવાની પ્રક્રિયાને તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા (Neutralisation Reaction) કહે છે. સામાન્ય રીતે તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા આ પ્રમાણે લખી શકાય છે –

બેઇઝ + ઍસિડ → ક્ષાર + પાણી

2.1.5 ધાત્વીય ઑક્સાઇડની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા (Reaction of Metallic Oxides with Acids)

પ્રવૃત્તિ 2.7

- એક બીકરમાં થોડા પ્રમાણમાં કૉપર ઑક્સાઇડ લો. તેમજ તેને હલાવતા રહી ધીરે-ધીરે મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરો.
- દ્રાવણનો રંગ નોંધો. કૉપર ઑક્સાઇડનું શું થાય છે ?

તમને ખ્યાલ આવશે કે દ્રાવણનો રંગ વાદળી-લીલો બને છે અને કૉપર ઑક્સાઇડ ઓગળી જાય છે. પ્રક્રિયામાં કૉપર (II) ક્લોરાઇડના બનવાના કારણે દ્રાવણનો રંગ વાદળી-લીલો બને છે. ધાતુ ઑક્સાઇડ અને ઍસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા આ પ્રમાણે લખી શકાય -

ધાતુ ઑક્સાઇડ + ઍસિડ → ક્ષાર + પાણી

હવે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયા માટેનું સમીકરણ લખો અને સમતોલિત કરો. બેઇઝની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાની માફક ધાત્વીય ઑક્સાઇડ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી આપે છે, તેથી ધાત્વીય ઑક્સાઇડને બેઝિક ઑક્સાઇડ કહે છે.

2.1.6 અધાત્વીય ઑક્સાઇડની બેઇઝ સાથેની પ્રક્રિયા

(Reaction of a Non-Metallic Oxide with Base)

તમે પ્રવૃત્તિ 2.5માં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (ચૂનાનું પાણી) વચ્ચેની પ્રક્રિયા નિહાળી. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ કે જે બેઇઝ છે, તે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રક્રિયા બેઇઝ અને ઍસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયાને સમાન છે, તેથી આપણે એ તારણ કાઢી શકીએ કે અધાત્વીય ઑક્સાઇડ સ્વભાવે ઍસિડિક છે.

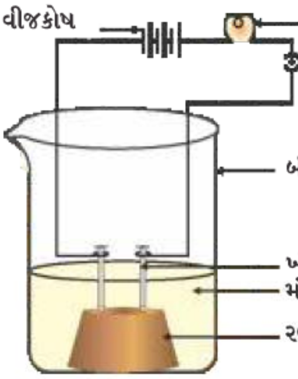
પ્રશ્નો

1. શા માટે દહીં અને ખાટા પદાર્થોને પિત્તળ તેમજ તાંબાનાં વાસણોમાં ન રાખવા જોઈએ ?
2. સામાન્ય રીતે ધાતુની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી કયો વાયુ મુક્ત થાય છે ? ઉદાહરણ દ્વારા સમજાવો. આ વાયુની હાજરીની કસોટી તમે કેવી રીતે કરશો ?
3. ધાતુનું એક સંયોજન A મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ઊભરા (effervescence) ઉત્પન્ન કરે છે. ઉત્પન્ન થતો વાયુ સળગતી મીણબત્તીને ઓલવી નાખે છે. જો ઉત્પન્ન થતાં સંયોજનો પૈકી એક કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ હોય તો પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

2.2 તમામ ઍસિડ અને બેઇઝમાં શું સમાનતા છે ?

(What do All Acids and All Bases Have in Common ?)

વિભાગ 2.1માં આપણે જોઈ ગયાં કે તમામ ઍસિડ એક સમાન રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવે છે. ગુણધર્મોમાં આ સમાનતા શું સૂચવે છે ? આપણે પ્રવૃત્તિ 2.3માં જોયું કે તમામ ઍસિડ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે. તેથી તમામ ઍસિડમાં હાઇડ્રોજન સામાન્ય દેખાય છે. હાઇડ્રોજન ધરાવતાં તમામ સંયોજનો ઍસિડિક છે કે કેમ તે તપાસવા ચાલો આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.



આકૃતિ 2.3
ઍસિડનું પાણીમાં દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરે છે

પ્રવૃત્તિ 2.8

- ગ્લુકોઝ, આલ્કોહોલ, હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ, સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વગેરેના દ્રાવણ લો.
- બૂચ પર બે ખીલી લગાવો અને બૂચને 100 mLના બીકરમાં મૂકો.
- આકૃતિ 2.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, ખીલીઓને બલ્બ અને સ્વિચ મારફત 6 વોલ્ટના વીજકોષના બે છેડા સાથે જોડો.
- હવે બીકરમાં થોડો મંદ HCl ઉમેરો અને વીજપ્રવાહ પસાર કરો.
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે પુનરાવર્તન કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- સ્વતંત્ર રીતે ગ્લુકોઝ અને આલ્કોહોલના દ્રાવણ સાથે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. હવે તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું તમામ કિસ્સામાં બલ્બ પ્રકાશિત થાય છે ?

આકૃતિ 2.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, ઍસિડના કિસ્સામાં બલ્બ પ્રકાશિત થશે. પરંતુ તમે અવલોકન કરશો કે ગ્લુકોઝ અને આલ્કોહોલનાં દ્રાવણો વિદ્યુતનું વહન કરતા નથી. બલ્બનું પ્રકાશિત થવું સૂચવે છે કે દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. ઍસિડિક દ્રાવણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું વહન આયનો દ્વારા થાય છે.

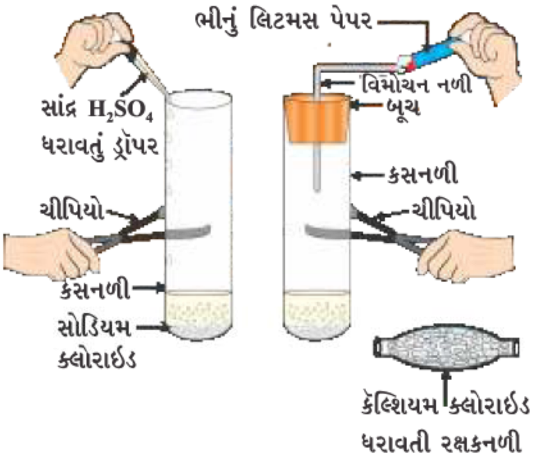
ઍસિડમાં ધનાયન તરીકે H^+ અને ઋણાયન જેવા કે HCl માં Cl^-, HNO_3 માં NO_3^-, H_2SO_4માં SO_4^{-2} , CH_3COOH માં CH_3COO^- તરીકે હોય છે. વળી ઍસિડમાં હાજર ધનાયન H^+ છે, જે સૂચવે છે કે ઍસિડ તેનાં દ્રાવણોમાં $H^+(aq)$ ઉત્પન્ન કરે છે જે તેમના ઍસિડિક ગુણધર્મો માટે જવાબદાર છે

આ જ પ્રવૃત્તિને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ વગેરે જેવા આલ્કલી ઉપયોગ કરીને પુનરાવર્તિત કરો. આ પ્રવૃત્તિનાં પરિણામો પરથી તમે શું તારણ આપી શકશો ?

2.2.1 ઍસિડ અથવા બેઇઝનું પાણીના દ્રાવણમાં શું થાય છે ?
(What Happens to an Acid or a Base in a Water Solution ?)

પ્રવૃત્તિ 2.9

- શુદ્ધ અને શુષ્ક કસનળીમાં આશરે 1 g ઘન NaCl લો અને આકૃતિ 2.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણી કરો.
- કસનળીમાં થોડો સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? શું વિમોચન નળીમાંથી વાયુ બહાર નીકળી રહ્યો છે ?
- ઉદ્‌ભવેલા વાયુની ક્રમશઃ સૂકા અને ભીના ભૂરા લિટમસ પેપર વડે પરખ કરો.
- ક્યા કિસ્સામાં લિટમસ પેપરના રંગમાં પરિવર્તન થાય છે ?
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિના આધાર પર તમે
  (i) શુષ્ક HCl વાયુ અને (ii) HCl દ્રાવણ આ બંનેના ઍસિડિક સ્વભાવ વિશે શું અનુમાન કરો છો ?



આકૃતિ 2.4 HCl વાયુની બનાવટ

શિક્ષકો માટે નોંધ : જો વાતાવરણ ખૂબ જ ભેજયુક્ત હોય તો, વાયુને શુષ્ક કરવા માટે તમારે કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ ધરાવતી રક્ષક નળી (શુષ્ક નળી)માંથી વાયુને પસાર કરવો પડશે.

શું ઍસિડ માત્ર જલીય દ્રાવણમાં જ આયનો ઉત્પન્ન કરે છે ? ચાલો, આપણે તેનું પરીક્ષણ કરીએ.

આ પ્રયોગ સૂચવે છે કે પાણીની હાજરીમાં HClમાં હાઇડ્રોજન આયનો ઉદ્‌ભવે છે. પાણીની ગેરહાજરીમાં HClના અણુઓમાંથી H^+ આયનનું અલગીકરણ થઈ શકતું નથી.

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

હાઇડ્રોજન આયનો સ્વતંત્ર રીતે અસ્તિત્વ ધરાવતાં નથી, પરંતુ તે પાણી સાથે સંયોજાયા બાદ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. આમ, હાઇડ્રોજન આયનોને હંમેશાં $H^+(aq)$ અથવા હાઇડ્રોનિયમ આયન (H_3O^+) સ્વરૂપે દર્શાવવા જોઈએ.

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$

આપણે જોયું છે કે ઍસિડ પાણીમાં H_3O^+ અથવા $H^+(aq)$ આયન આપે છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે પાણીમાં બેઇઝને ઓગાળતા શું થાય છે ?

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$KOH(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$Mg(OH)_2(s) \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

બેઇઝ પાણીમાં હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો (OH^-) ઉત્પન્ન કરે છે. બેઇઝ જે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે, તેને આલ્કલી કહે છે.

શું તમે જાણો છો ?

તમામ બેઇઝ પાણીમાં દ્રાવ્ય થતા નથી. આલ્કલી એવો બેઇઝ છે કે જે પાણીમાં ઓગળે છે. તે સ્પર્શે સાબુ જેવા ચીકણા, તૂરા અને ખવાઈ જાય (ક્ષારીય) તેવા હોય છે. તે નુકસાનકારક હોવાના કારણે તેમને ક્યારેય ચાખવા કે સ્પર્શ કરવા ન જોઈએ. કોષ્ટક 2.1માં ક્યા બેઇઝ આલ્કલી છે ?

અત્યાર સુધીમાં આપણે ઓળખી ગયાં છીએ કે તમામ ઍસિડ $H^+(aq)$ અને તમામ બેઇઝ $OH^-(aq)$ ઉત્પન્ન કરે છે, તેથી આપણે તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયાને નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે રજૂ કરી શકીએ છીએ :

ઍસિડ + બેઇઝ → ક્ષાર + પાણી

$$H\boxed{X + M}OH \rightarrow MX + HOH$$

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

ચાલો, આપણે જોઈએ કે જ્યારે પાણીને ઍસિડ અથવા બેઇઝ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે તેમાં શું સમાવિષ્ટ છે ?

આકૃતિ 2.5
સાંદ્ર ઍસિડ અને બેઇઝ ધરાવતા પાત્રો પર લગાવેલા ચેતવણીના સંકેત (ચિહ્ન)

પ્રવૃત્તિ 2.10

- એક બીકરમાં 10 mL પાણી લો.
- તેમાં થોડાં ટીપાં સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરો અને બીકરને ધીમે-ધીમે ગોળ-ગોળ ફેરવો.
- બીકરના તળિયાને સ્પર્શ કરો.
- શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?
- શું તે ઉષ્માક્ષેપક કે ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયા છે ?
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિનું સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડની નાની ગોળીઓ (Pellets) સાથે પુનરાવર્તન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ઍસિડ અને બેઇઝની પાણીમાં ઓગળવાની પ્રક્રિયા ઉષ્માક્ષેપક હોય છે. સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ અથવા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને પાણી સાથે મિશ્ર કરતી વખતે ખૂબ જ સાવચેતી રાખવી જોઈએ. ઍસિડને હંમેશાં પાણીમાં ખૂબ જ ધીમે-ધીમે સતત હલાવતા જઈને ઉમેરવો જોઈએ. જો સાંદ્ર ઍસિડમાં પાણી ઉમેરવામાં આવે તો, ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા મિશ્રણને બહાર તરફ ઉછાળી શકે છે અને દાઝી જઈ શકાય છે. અતિશય સ્થાનિક ઉષ્માને કારણે કાચનું પાત્ર તૂટી જઈ શકે છે. સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના પાત્ર અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડની નાની ગોળીઓની શીશી પરના ચેતવણીના સંકેત (આકૃતિ 2.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે) પર નજર કરો.

ઍસિડ અથવા બેઇઝને પાણી સાથે મિશ્ર કરતાં એકમ કદ દીઠ આયનો (H_3O^+/OH^-) ની સાંદ્રતામાં ઘટાડો થાય છે. આ પ્રક્રિયાને મંદન (dilution) કહે છે અને ઍસિડ અથવા બેઇઝને મંદ ઍસિડ અથવા મંદ બેઇઝ કહે છે.

પ્રશ્નો

1. શા માટે HCl, HNO_3 વગેરે જલીય દ્રાવણોમાં ઍસિડિક લક્ષણો ધરાવે છે, જ્યારે આલ્કોહોલ તેમજ ગ્લુકોઝ જેવાં સંયોજનોનાં દ્રાવણો ઍસિડિક લક્ષણો ધરાવતાં નથી ?
2. શા માટે ઍસિડનું જલીય દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરે છે ?
3. શા માટે શુષ્ક HCl વાયુ શુષ્ક લિટમસપેપરનો રંગ બદલતો નથી ?
4. ઍસિડને મંદ કરતી વખતે શા માટે ઍસિડને પાણીમાં ઉમેરવાની, નહિ કે પાણીને ઍસિડમાં ઉમેરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે ?
5. જ્યારે ઍસિડના દ્રાવણને મંદ કરવામાં આવે ત્યારે હાઇડ્રોનિયમ આયનો (H_3O^+)ની સાંદ્રતાને કેવી રીતે અસર થાય છે ?
6. જ્યારે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાં વધુ પ્રમાણમાં બેઇઝ ઓગાળવામાં આવે ત્યારે હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો (OH^-)ની સાંદ્રતાને કેવી રીતે અસર થાય છે ?

2.3 ઍસિડ અથવા બેઇઝ દ્રાવણો કેટલાં પ્રબળ છે ? (How strong are Acid or Base solutions ?)

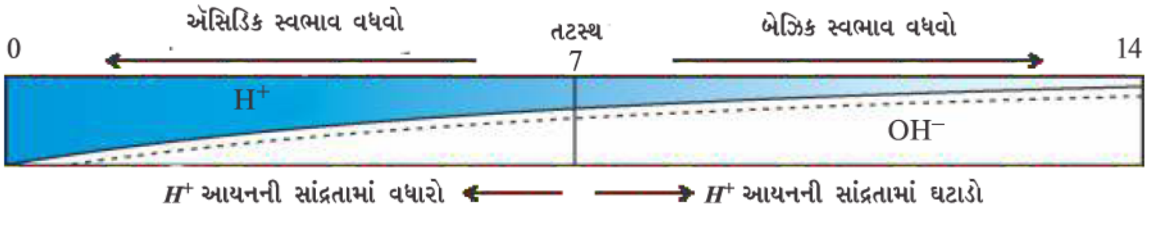
N8M9Z3

આપણે જાણીએ છીએ કે ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો ઍસિડ અને બેઇઝ વચ્ચે ભેદ પારખવા માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે. આપણે અગાઉના વિભાગમાં મંદન અને દ્રાવણોમાં H^+ અથવા OH^- આયનોની સાંદ્રતામાં થતા ઘટાડા વિશે પણ શીખી ગયાં છીએ. શું આપણે દ્રાવણમાં રહેલાં આયનોની માત્રા જથ્થાત્મક રીતે જાણી શકીએ ? શું આપણે નક્કી કરી શકીએ કે ઍસિડ અથવા બેઇઝ કેટલા પ્રબળ છે ?

આપણે સાર્વત્રિક સૂચક (Universal Indicator) કે જે કેટલાંક સૂચકનું મિશ્રણ છે તેનો ઉપયોગ કરીને આમ કરી શકીએ છીએ. સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણમાંનાં હાઇડ્રોજન આયનોની જુદી-જુદી સાંદ્રતાએ જુદા-જુદા રંગ દર્શાવે છે.

દ્રાવણમાં રહેલાં હાઇડ્રોજન આયનોની સાંદ્રતા માપવા માટે વિકસાવવામાં આવેલ માપક્રમને pH માપક્રમ કહે છે. pHમાં p જર્મન શબ્દ 'પોટેન્ઝ' (Potenz) કે જેનો અર્થ શક્તિ સૂચવે છે. pH માપક્રમ દ્વારા આપણે 0 (ખૂબ જ ઍસિડિક)થી 14 (ખૂબ જ આલ્કલાઇન) સુધીની pHનું માપન કરી શકીએ છીએ. pHને એક સાધારણ સંજ્ઞા તરીકે ગણવી જોઈએ કે જે દ્રાવણોનો ઍસિડિક કે બેઝિક સ્વભાવ સૂચવે છે. જેમ હાઇડ્રોનિયમ આયનની સાંદ્રતા વધુ તેમ pHનું મૂલ્ય ઓછું.

તટસ્થ દ્રાવણની pH 7 હોય છે. pH માપક્રમ પર 7થી ઓછાં મૂલ્યો ઍસિડિક દ્રાવણનું સૂચન કરે છે. જેમ pH મૂલ્ય 7થી 14 સુધી વધે, તેમ તે દ્રાવણમાં OH^- આયનની સાંદ્રતામાં થતો વધારો સૂચવે છે, કે જે આલ્કલીની પ્રબળતામાં થતો વધારો છે (આકૃતિ 2.6). સામાન્ય રીતે pH માપવા માટે સાર્વત્રિક સૂચક વડે સંસેચિત [તરબોળ કરેલ (Impregnated)] પેપરનો ઉપયોગ થાય છે.



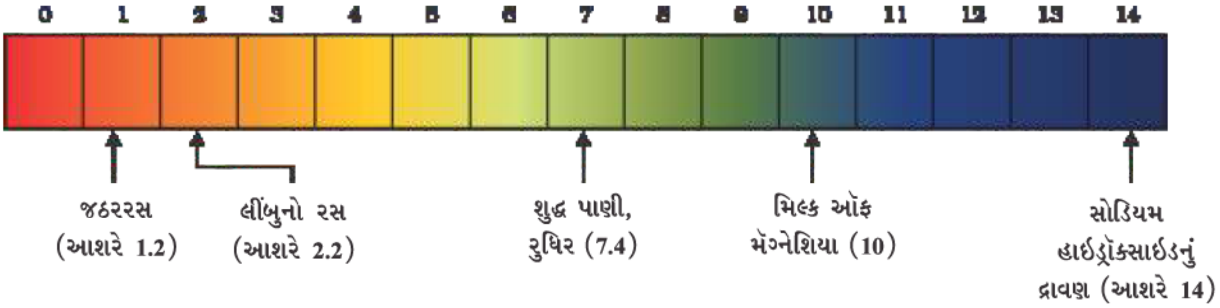
આકૃતિ 2.6 $H^+(aq)$ અને $OH^-(aq)$ આયનોની સાંદ્રતામાં થતાં ફેરફાર સાથે pHમાં ફેરફાર

પ્રવૃત્તિ 2.11

- કોષ્ટક 2.2માં આપેલાં દ્રાવણોના pH મૂલ્યોની પરખ કરો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- તમારાં અવલોકનોના આધારે દરેક પદાર્થનો સ્વભાવ શો છે ?

કોષ્ટક 2.2

ક્રમ	દ્રાવણ	pH પેપરનો રંગ	આશરે pH મૂલ્ય	પદાર્થનો સ્વભાવ
1	લાળ (ભોજન પહેલાં)			
2	લાળ (ભોજન પછી)			
3	લીંબુનો રસ			
4	રંગહીન વાયુમય પીણું (સોડાવૉટર)			
5	ગાજરનો રસ			
6	કૉફી			
7	ટામેટાનો રસ			
8	નળનું પાણી			
9	1M NaOH			
10	1M HCl			



આકૃતિ 2.7 pH પેપર પર દર્શાવેલ અમુક સામાન્ય પદાર્થોની pH (રંગો એ માત્ર આશરે માર્ગદર્શક છે)

ઍસિડ અને બેઇઝની પ્રબળતા અનુક્રમે ઉદ્‌ભવતા H^+ આયનો અને OH^- આયનોની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે. જો આપણે સમાન સાંદ્રતા ધરાવતા હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને ઍસિટિક ઍસિડ લઈએ, જેમકે એક મોલર, તો તેઓ જુદી-જુદી માત્રામાં હાઇડ્રોજન આયનો ઉત્પન્ન કરે છે. ઍસિડ કે જે વધુ માત્રામાં H^+ આયનો આપે છે તેને પ્રબળ ઍસિડ કહે છે અને ઍસિડ કે જે ઓછી માત્રામાં H^+ આયનો આપે છે તેને નિર્બળ ઍસિડ કહે છે. હવે તમે કહી શકો કે નિર્બળ અને પ્રબળ બેઇઝ શું છે ?

2.3.1 દૈનિક જીવનમાં pHનું મહત્ત્વ (Importance of pH in Everyday Life)

શું વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ pH પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે ?

(Are Plants and Animals pH Sensitive ?)

આપણું શરીર 7.0થી 7.8 pHની મર્યાદામાં કાર્ય કરે છે. સજીવો માત્ર pHના મર્યાદિત ફેરફારમાં ટકી શકે છે. જ્યારે વરસાદી પાણીની pH 5.6 કરતાં ઓછી હોય ત્યારે તેને ઍસિડવર્ષા (Acid Rain) કહે છે. ઍસિડવર્ષાનું પાણી જ્યારે નદીમાં વહે છે, ત્યારે તે નદીના પાણીની pH ઘટાડે છે. આવી નદીઓમાં જળચર જીવોનું અસ્તિત્વ મુશ્કેલ બને છે.

શું તમે જાણો છો ?

બીજા ગ્રહોમાં ઍસિડ

શુક્ર (Venus)નું વાતાવરણ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના સફેદ અને પીળાશપડતા જાડા વાદળોનું બનેલું છે. શું તમને લાગે છે કે આ ગ્રહ પર જીવન શક્ય છે ?

તમારા બગીચાની માટીની pH શું છે ?

વનસ્પતિને તેમના તંદુરસ્ત વિકાસ માટે વિશિષ્ટ pH મર્યાદાની જરૂરિયાત હોય છે. વનસ્પતિના તંદુરસ્ત વિકાસ માટે જરૂરી pH જાણવા, તમે જુદી-જુદી જગ્યાએથી માટી એકત્ર કરી શકો છો અને નીચે પ્રવૃત્તિ 2.12માં વર્ણવ્યા પ્રમાણે pH ચકાસી શકો છો. તમે તે પણ નોંધી શકો કે તમે જે વિસ્તારમાંથી માટી એકત્ર કરી છે, તેમાં કયા છોડ વિકાસ પામી રહ્યા છે.

પ્રવૃત્તિ 2.12

- એક કસનળીમાં આશરે 2 g માટી લો અને તેમાં 5 mL પાણી ઉમેરો.
- કસનળીમાંનાં ઘટકોને હલાવો.
- ઘટકોને ગાળી લો અને કસનળીમાં ગાળણ એકત્ર કરો.
- સાર્વત્રિક સૂચકપત્રની મદદથી આ ગાળણની pH તપાસો.
- તમારા વિસ્તારની વનસ્પતિઓના વિકાસ માટે આદર્શ માટીની pH વિશે તમે શું તારણ આપી શકો ?

આપણા પાચનતંત્રમાં pH

અત્યંત રસપ્રદ વાત એ છે કે આપણું જઠર (Stomach) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. તે જઠરને નુકસાન પહોંચાડ્યા વગર ખોરાકનું પાચન કરવામાં મદદ કરે છે. અપચા (Indigestion) દરમિયાન જઠર ખૂબ વધુ માત્રામાં ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે, જે દર્દ અને બળતરા (Irritation)નું કારણ બને છે. આ દર્દથી છુટકારો મેળવવા લોકો બેઇઝનો ઉપયોગ કરે છે જેને એન્ટાસિડ (Antacid) કહે છે. આ પ્રકરણની શરૂઆતમાં આવો જ એક ઉપાય તમે પણ જરૂર સૂચવ્યો હશે. આ એન્ટાસિડ વધારાના ઍસિડને તટસ્થ કરે છે. મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (મિલ્ક ઑફ મૅગ્નેશિયા) કે જે મંદ બેઇઝ છે, તે આ હેતુ માટે અવારનવાર ઉપયોગમાં લેવાય છે.

pHમાં ફેરફારને કારણે દાંતનું સડવું

મોઢાની pH 5.5 કરતાં ઘટી જાય ત્યારે દાંતનો સડો શરૂ થાય છે. દાંતનું ઉપરનું આવરણ (enamel) કે જે કૅલ્શિયમ ફૉસ્ફેટનું બનેલું છે, તે શરીરનો સૌથી સખત પદાર્થ છે. તે પાણીમાં દ્રાવ્ય થતો નથી, પરંતુ મોઢાની અંદરની pH 5.5 કરતાં ઘટી જાય ત્યારે તેનું ક્ષયન થાય છે. મોઢામાં હાજર બૅક્ટેરિયા જમ્યા પછી મોઢામાં બાકી રહી ગયેલા ખોરાકના કણો અને શર્કરા (Sugar)ના વિઘટન (Degradation) દ્વારા ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. ખોરાક ખાધા પછી દાંત સાફ કરવા તેને અટકાવવાનો ઉત્તમ માર્ગ છે. દાંત ચોખ્ખા કરવા માટે વપરાતી ટૂથપેસ્ટ કે જે સામાન્ય રીતે બેઝિક હોય છે, તે વધારાના ઍસિડને તટસ્થ કરી શકે છે અને દાંતનો સડો અટકાવી શકે છે.

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ દ્વારા થતા રાસાયણિક યુદ્ધથી આત્મસંરક્ષણ

શું તમને ક્યારેય મધમાખી (Honey-bee)એ ડંખ માર્યો છે ? માખીનો ડંખ ઍસિડ મુક્ત કરે છે જેને કારણે દર્દ અને બળતરા ઉદ્ભવે છે. ડંખ મારેલા ભાગમાં હળવો બેઇઝ જેમ કે બેકિંગ સોડાનો ઉપયોગ રાહત આપે છે. કૌવચ (nettle)ના પાંદડાના ડંખવાળા રોમ મિથેનોઇક ઍસિડ મુક્ત કરે છે. જેના કારણે દાહક દર્દ ઉદ્ભવે છે.

શું તમે જાણો છો ?

કુદરત તટસ્થીકરણના વિકલ્પો પૂરા પાડે છે

કૌવચ જંગલમાં ઊગતી એક તૃણીય વનસ્પતિ છે. જ્યારે તેનો આકસ્મિક રીતે સ્પર્શ થઈ જાય ત્યારે તેના ડંખ મારતા રોમ ધરાવતાં પાંદડાં પીડાદાયક ડંખનું કારણ બને છે. તેમના દ્વારા મિથેનોઇક ઍસિડનો સ્રાવ થવાના કારણે આમ બને છે. ડોક (dock) છોડ *(Dock plant (Rumex Obtusifolius L.)* (કુળ પોલીગોનેસી એક પ્રકારનું છોડ/ક્ષુપ જેવી વનસ્પતિ છે.) કે જે અવારનવાર જંગલોમાં કૌવચના છોડની આસપાસ ઊગે છે, તેનાં પાંદડાં ડંખવાળા ભાગ પર ઘસવા એ તેનો પરંપરાગત ઉપચાર છે. શું તમે ડોક છોડની પ્રકૃતિ વિશે અનુમાન કરી શકો છો ? જેથી હવે પછી તમે ટ્રેકિંગ (trekking) દરમિયાન આકસ્મિક રીતે કૌવચના છોડને સ્પર્શ કરી લો ત્યારે શું કરવું તેનો તમને ખ્યાલ આવે. શું તમે આવા ડંખ માટે અન્ય કોઈ અસરકારક પરંપરાગત ઉપચારથી વાકેફ છો ?

કોષ્ટક 2.3 કેટલાંક કુદરતી ઍસિડ

કુદરતી સ્રોત	ઍસિડ	કુદરતી સ્રોત	ઍસિડ
વિનેગર	ઍસિટિક ઍસિડ	ખાટું દૂધ (દહીં)	લેક્ટિક ઍસિડ
સંતરું	સાઇટ્રિક ઍસિડ	લીંબુ	સાઇટ્રિક ઍસિડ
આંબલી	ટાર્ટરિક ઍસિડ	કીડીનો ડંખ	મિથેનોઇક ઍસિડ
ટામેટું	ઑક્ઝેલિક ઍસિડ	કૌવચનો ડંખ	મિથેનોઇક ઍસિડ

પ્રશ્નો

1. તમારી પાસે બે દ્રાવણો A અને B છે. દ્રાવણ Aની pH 6 અને દ્રાવણ B ની pH 8 છે. કયા દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા વધારે છે ? આ પૈકી કયું ઍસિડિક અને કયું બેઝિક છે ?
2. $H^+(aq)$ આયનની સાંદ્રતાની દ્રાવણના સ્વભાવ પર શી અસર થાય છે ?
3. શું બેઝિક દ્રાવણો પણ $H^+(aq)$ આયનો ધરાવે છે ? જો હા તો તેઓ શા માટે બેઝિક હોય છે ?
4. તમારા મત મુજબ ખેડૂત માટીની કઈ પરિસ્થિતિમાં તેના ખેતરની માટીમાં ક્વિક લાઇમ (કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ) અથવા ફોડેલો ચૂનો (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) અથવા ચાક (કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ)નો ઉપયોગ કરશે ?

T4K8W9

2.4 ક્ષાર વિશે વધુ (જાણકારી) (More About Salts)

અગાઉના વિભાગોમાં આપણે વિવિધ પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ક્ષારનું નિર્માણ જોયું છે. ચાલો, આપણે તેમની બનાવટ, ગુણધર્મો અને ઉપયોગિતા વિશે વધુ સમજીએ.

2.4.1 ક્ષાર-પરિવાર (Family of Salts)

પ્રવૃત્તિ 2.13

- નીચે દર્શાવેલા ક્ષારોનાં સૂત્રો લખો : પોટૅશિયમ સલ્ફેટ, સોડિયમ સલ્ફેટ, કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ, મૅગ્નેશિયમ સલ્ફેટ, કૉપર સલ્ફેટ, સોડિયમ ક્લોરાઇડ, સોડિયમ નાઇટ્રેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને એમોનિયમ ક્લોરાઇડ

- એવા ઍસિડ તથા બેઇઝની ઓળખ કરો કે જેમાંથી ઉપર્યુક્ત ક્ષાર પ્રાપ્ત થાય છે.
- એક સમાન ધન અથવા ઋણ મૂલકો ધરાવતા ક્ષારો એક જ પરિવારના કહેવાય છે, જેમકે NaCl અને Na_2SO_4 એ સોડિયમ ક્ષારના પરિવારના છે. તેવી જ રીતે NaCl અને KCl એ ક્લોરાઇડ ક્ષારના પરિવારના છે. આ પ્રવૃત્તિમાં આપેલ ક્ષારોમાં તમે કેટલા પરિવારની ઓળખ કરી શકો છો ?

2.4.2 ક્ષારની pH (pH of Salts)

પ્રવૃત્તિ 2.14

- નીચે દર્શાવેલા ક્ષારોના નમૂના એકત્ર કરો :
  સોડિયમ ક્લોરાઇડ, પોટૅશિયમ નાઇટ્રેટ, ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ, ઝિંક સલ્ફેટ, કૉપર સલ્ફેટ, સોડિયમ એસિટેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ (કેટલાક અન્ય ઉપલબ્ધ ક્ષારો પણ લઈ શકાય.)
- પાણીમાં તેમની દ્રાવ્યતા ચકાસો. (માત્ર નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ કરો.)
- લિટમસ પર આ દ્રાવણોની અસર તપાસો અને pH પેપરના ઉપયોગથી pH શોધો.
- કયા ક્ષાર ઍસિડિક, બેઝિક કે તટસ્થ છે ?
- ક્ષાર બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ઍસિડ કે બેઇઝની ઓળખ કરો.
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.4માં નોંધો.

પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઇઝના ક્ષાર pHનું 7 મૂલ્ય ધરાવતા તટસ્થ ક્ષાર હોય છે જ્યારે બીજી તરફ પ્રબળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઇઝના ક્ષાર pHનું 7 થી ઓછું મૂલ્ય ધરાવતા ઍસિડિક ક્ષાર હોય છે અને પ્રબળ બેઇઝ તેમજ નિર્બળ ઍસિડના ક્ષાર pHના 7થી વધુ મૂલ્ય ધરાવતા સ્વભાવે બેઝિક હોય છે.

કોષ્ટક 2.4

ક્ષાર	pH	ઉપયોગમાં લીધેલ ઍસિડ	ઉપયોગમાં લીધેલ બેઇઝ

2.4.3 સામાન્ય ક્ષારમાંથી મળતાં રસાયણ (Chemicals from Common Salt)

હવે તમે શીખી ગયાં છો કે હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણના સંયોગીકરણથી ઉદ્ભવતા ક્ષારને સોડિયમ ક્લોરાઇડ કહે છે. આ એ ક્ષાર છે જેનો ઉપયોગ તમે ખોરાકમાં કરો છો. ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં તમે ચોક્કસપણે જોયું હશે કે તે તટસ્થ ક્ષાર છે.

દરિયાના પાણીમાં અનેક ક્ષારો ઓગળેલા હોય છે. આ ક્ષારોમાંથી સોડિયમ ક્લોરાઇડને અલગ કરેલ છે. વિશ્વના અનેક ભાગોમાં ઘન ક્ષારનું નિક્ષેપન (deposit) થયેલું જોવા મળે છે. આ મોટા સ્ફટિકો અશુદ્ધિઓ (Impurities)ને કારણે ઘણી વાર કથ્થાઈ રંગના હોય છે તેને ખનીજ ક્ષાર (રૉક સૉલ્ટ) કહે છે. ભૂતકાળમાં જ્યારે દરિયાનું પાણી સુકાઈ ગયું ત્યારે ખનીજ ક્ષારની ચાદર ઉદ્ભવી. ખનીજ ક્ષાર કોલસાની જેમ રચાયેલા છે.

તમે મહાત્મા ગાંધીની દાંડીકૂચ વિશે ચોક્કસપણે સાંભળ્યું હશે. શું તમે જાણતા હતાં કે આપણા સ્વાતંત્ર્યસંગ્રામમાં સોડિયમ ક્લોરાઇડ અગત્યનું પ્રતીક હતું ?

સામાન્ય ક્ષાર–રસાયણો માટેની કાચી સામગ્રી

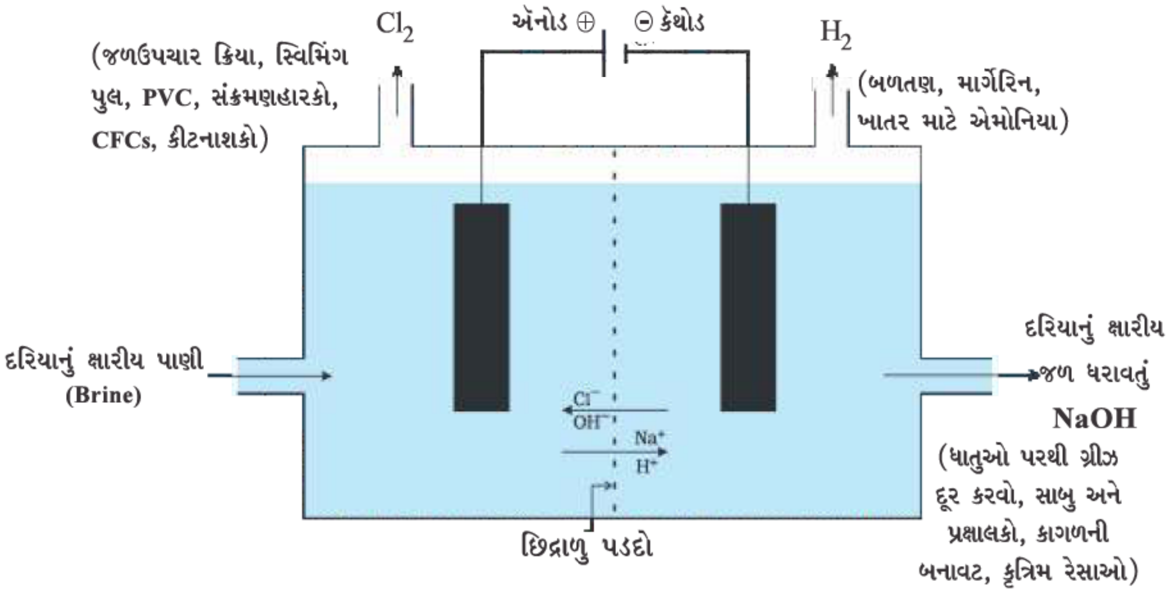
આમ, આ રીતે પ્રાપ્ત થયેલ સામાન્ય ક્ષાર દૈનિક ઉપયોગના અનેક પદાર્થો જેવાં કે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, બેકિંગ સોડા, વૉશિંગ સોડા, બ્લીચિંગ પાઉડર અને અન્ય પદાર્થો માટે મહત્ત્વની કાચી સામગ્રી છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે કોઈ એક જ પદાર્થ આ જુદા-જુદા પદાર્થોની બનાવટમાં કેવી રીતે ઉપયોગી છે.

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ

જ્યારે સોડિયમ ક્લોરાઇડના જલીય દ્રાવણ (ક્ષારીય જળ)માંથી વિદ્યુત પસાર કરવામાં આવે ત્યારે તે વિઘટિત થઈ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. આ પદ્ધતિને ક્લોર-આલ્કલી ક્રિયા (Chlor-alkali process) કહે છે, કારણ કે તેમાં ઉત્પન્ન થતી નીપજો ક્લોર એટલે ક્લોરિન અને આલ્કલી એટલે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ છે.

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

ઍનોડ પર ક્લોરિન વાયુ મુક્ત થાય છે અને કૅથોડ પર હાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે. કૅથોડ પાસે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ બને છે. આ પદ્ધતિમાં ઉદ્ભવતી ત્રણેય નીપજો ઉપયોગી છે. આકૃતિ 2.8 આ નીપજોની વિવિધ ઉપયોગિતા દર્શાવે છે.



આકૃતિ 2.8 ક્લોર-આલ્કલી પ્રક્રમમાંની અગત્યની નીપજો

વિરંજન પાઉડર

તમે જાણો જ છો કે ક્લોરિન સોડિયમ ક્લોરાઇડના જલીય દ્રાવણના વિદ્યુત- વિભાજન દરમિયાન ઉદ્ભવે છે. આ ક્લોરિનવાયુ વિરંજન પાઉડર (Bleaching Powder)નાં ઉત્પાદન માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. ક્લોરિનની શુષ્ક ફોડેલા ચૂના (Slaked lime) [$Ca(OH)_2$] સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા વિરંજન પાઉડર બને છે. વિરંજન પાઉડરને $CaOCl_2$ દ્વારા દર્શાવાય છે. તેમ છતાં વાસ્તવિક સંઘટન ઘણું જટિલ છે.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

વિરંજન પાઉડરના ઉપયોગો

(i) ટેક્સ્ટાઈલ ઉદ્યોગમાં સુતરાઉ તેમજ લિનનના વિરંજન માટે, કાગળઉદ્યોગમાં લાકડાંના માવાના વિરંજન માટે તેમજ લોન્ડ્રીમાં ધોયેલા કપડાના વિરંજન માટે,

(ii) અનેક રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે અને

(iii) પીવાના પાણીને જંતુઓ (Germs)થી મુક્ત કરવા માટે જંતુનાશક તરીકે

બેકિંગ સોડા

રસોઈ-ઘરમાં સામાન્ય રીતે સ્વાદિષ્ટ કરકરા (ક્રિસ્પી) પકોડા (Crispy Pakoras) બનાવવા માટે ઉપયોગી સોડા(ખાવાનો સોડા) એટલે બેકિંગ સોડા. કેટલીક વાર ઝડપી ખોરાક રાંધવા માટે તે ઉમેરવામાં આવે છે. સંયોજનનું રાસાયણિક નામ સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ($NaHCO_3$) છે. તે કાચી સામગ્રીઓ પૈકીના એક સોડિયમ ક્લોરાઇડના ઉપયોગથી બને છે.

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

(ઍમોનિયમ ક્લોરાઇડ) (સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ)

શું તમે પ્રવૃત્તિ 2.14 માં સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટની pH ચકાસી ? શું તમે સંબંધ સ્થાપિત કરી શકો છો કે શા માટે તેને ઍસિડના તટસ્થીકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે ? તે મંદ બિનક્ષારીય બેઇઝ છે. ખોરાક રાંધતી વખતે તેને જ્યારે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે નીચેની પ્રક્રિયા શક્ય બને છે –

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

(સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ) (સોડિયમ કાર્બોનેટ)

સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઘરગથ્થુ ઉપયોગ ધરાવે છે.

બેકિંગ સોડાના ઉપયોગો

(i) બેકિંગ સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ) અને ટાર્ટરિક ઍસિડ જેવા મંદ ખાદ્ય ઍસિડનું મિશ્રણ બેકિંગ પાઉડરની બનાવટમાં વપરાય છે. જ્યારે બેકિંગ પાઉડરને ગરમ કરવામાં આવે અથવા પાણી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા થાય છે –

$$NaHCO_3 + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{ઍસિડનો સોડિયમ ક્ષાર}$$

(કોઈ પણ ઍસિડમાંથી)

પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને કારણે પાઉં (Bread) અથવા કેક ફૂલે છે અને નરમ તેમજ પોચી બને છે.

(ii) સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ઍન્ટાસિડનો પણ એક ઘટક છે. આલ્કલાઇન હોવાના કારણે, તે પેટમાં રહેલા વધારાના ઍસિડને તટસ્થ કરી રાહત આપે છે.

(iii) તેનો ઉપયોગ સોડા-ઍસિડ અગ્નિશામક (Fire-extinguishers)માં પણ કરવામાં આવે છે.

ધોવાનો સોડા

સોડિયમ ક્લોરાઇડમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકતું અન્ય રસાયણ $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (ધોવાનો સોડા) છે. તમે ઉપર જોયું છે કે બેકિંગ સોડાને ગરમ કરવાથી સોડિયમ કાર્બોનેટ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે, સોડિયમ કાર્બોનેટનું પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરવાથી ધોવાનો સોડા મળે છે તે પણ બેઝિક ક્ષાર છે.

$$Na_2CO_3 + 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$$

(સોડિયમ કાર્બોનેટ)

$10H_2O$ શું દર્શાવે છે ? શું તે Na_2CO_3ને ભેજયુક્ત બનાવે છે ? આપણે આ પ્રશ્નનો ઉત્તર પછીના વિભાગમાં ભણીશું.

સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઔદ્યોગિક પ્રક્રમો માટે ઉપયોગી રસાયણો છે.

ધોવાના સોડાના ઉપયોગો

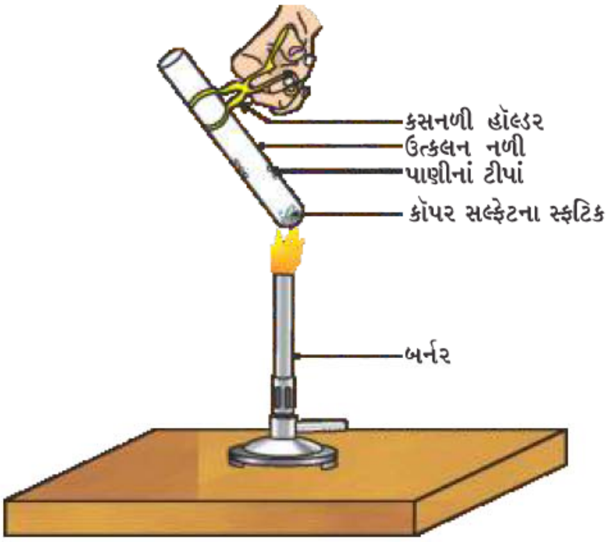
(i) સોડિયમ કાર્બોનેટ (ધોવાનો સોડા)નો ઉપયોગ કાચ, સાબુ અને કાગળઉદ્યોગમાં થાય છે.

(ii) તેનો ઉપયોગ બોરેક્ષ જેવા સોડિયમ સંયોજનોની બનાવટમાં થાય છે.

(iii) સોડિયમ કાર્બોનેટનો ઉપયોગ ઘરોમાં સફાઈના હેતુ માટે થાય છે.

(iv) તેનો ઉપયોગ પાણીની સ્થાયી કઠિનતા દૂર કરવા માટે થાય છે.

2.4.4 શું ખરેખર ક્ષારના સ્ફટિક શુષ્ક હોય છે ? (Are the Crystals of Salts Really Dry ?)



આકૃતિ 2.9
સ્ફટિકીકરણનું પાણી (સ્ફટિક જળ) દૂર કરવું

પ્રવૃત્તિ 2.15

- શુષ્ક કસનળીમાં કૉપર સલ્ફેટના થોડાક સ્ફટિકોને ગરમ કરો.
- કૉપર સલ્ફેટને ગરમ કર્યા બાદ તેનો રંગ કેવો થાય છે ?
- શું તમને કસનળીમાં પાણીનાં ટીપાં દેખાય છે ? તે ક્યાંથી આવ્યાં છે ?
- ગરમ કર્યા પછીના કૉપર સલ્ફેટના નમૂના પર પાણીના 2-3 ટીપાં ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? શું કૉપર સલ્ફેટનો ભૂરો રંગ પાછો આવે છે ?

કૉપર સલ્ફેટના સ્ફટિક જે શુષ્ક દેખાય છે તે સ્ફટિક જળ ધરાવે છે. જ્યારે આપણે સ્ફટિકને ગરમ કરીએ છીએ ત્યારે આ પાણી દૂર થાય છે અને ક્ષાર સફેદ બને છે.

જો તમે સ્ફટિકને ફરીથી પાણી સાથે ભીના કરશો તો તમે જોશો કે સ્ફટિકનો ભૂરો રંગ પાછો દેખાય છે.

સ્ફટિક જળ ક્ષારના એક એકમ સૂત્રમાં રહેલા પાણીના અણુઓની ચોક્કસ સંખ્યા છે. કૉપર સલ્ફેટના એક એકમ સૂત્રમાં પાણીના પાંચ અણુઓ હાજર હોય છે. જળયુક્ત કૉપર સલ્ફેટનું રાસાયણિક સૂત્ર $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ છે. હવે તમે તે પ્રશ્નનો ઉત્તર આપી શકશો કે $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ભીનો છે કે નહિ.

અન્ય એક સ્ફટિક જળ ધરાવતો ક્ષાર જીપ્સમ છે. તે સ્ફટિક જળ સ્વરૂપે પાણીના બે અણુઓ ધરાવે છે. તેનું સૂત્ર $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ છે. ચાલો, આપણે આ ક્ષારના ઉપયોગ જોઈએ.

પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ

જિપ્સમને 373 K તાપમાને ગરમ કરતાં તે પાણીના અણુઓ ગુમાવે છે અને કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ હેમી હાઈડ્રેટ $\left(CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O\right)$ બને છે. તેને પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ કહે છે.

તેનો ઉપયોગ દાક્તરો ભાંગી ગયેલા હાડકાને યોગ્ય સ્થિતિમાં ગોઠવવા માટે પ્લાસ્ટર તરીકે કરે છે. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ સફેદ પાઉડર છે અને પાણી સાથે મિશ્ર કરતાં તે ફરી એકવાર સખત ઘન પદાર્થ જિપ્સમમાં ફેરવાય છે.

$$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O + 1\frac{1}{2}H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

(પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ) (જિપ્સમ)

પાણીનો માત્ર અડધો અણુ સ્ફટિક જળ સ્વરૂપે જોડાયેલો દર્શાવેલ છે તેની નોંધ કરો. તમે પાણીનો અડધો અણુ કેવી રીતે મેળવશો ? તેને આ સ્વરૂપમાં લખાય છે કારણ કે $CaSO_4$નાં બે એકમસૂત્રો પાણીના એક અણુ સાથે જોડાય છે. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ રમકડાં, સજાવટની સામગ્રી અને સપાટીને લીસી બનાવવા માટે ઉપયોગી છે. કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ હેમી હાઈડ્રેટને 'પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ' શા માટે કહે છે ? તે શોધો.

પ્રશ્નો

1. $CaOCl_2$ સંયોજનનું સામાન્ય નામ શું છે ?
2. એવા પદાર્થનું નામ આપો કે જેની ક્લોરિન સાથેની પ્રક્રિયાથી વિરંજન પાઉડર મળે છે.
3. સખત પાણીને નરમ બનાવવા માટે ઉપયોગી સોડિયમ સંયોજનનું નામ આપો.
4. સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટના દ્રાવણને ગરમ કરતાં શું થશે ? તેમાં થતી પ્રક્રિયા માટે સમીકરણ દર્શાવો.
5. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ અને પાણી વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા દર્શાવતું સમીકરણ લખો.

તમે શીખ્યાં કે

- ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો રંગકો અથવા રંગકોનું મિશ્રણ છે, જે ઍસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવવા માટે વપરાય છે.
- પદાર્થનો ઍસિડિક સ્વભાવ દ્રાવણમાં ઉત્પન્ન થતા $H^+(aq)$ આયનોને કારણે હોય છે. $OH^-(aq)$ આયનોનું ઉત્પન્ન થવું પદાર્થના બેઝિક સ્વભાવ માટે જવાબદાર છે.
- જ્યારે ઍસિડ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે હાઇડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે અને અનુરૂપ ક્ષાર ઉદ્ભવે છે.
- જ્યારે બેઇઝ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે હાઇડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે તેની સાથે ઉદ્ભવતા ક્ષારનો ઋણ આયન ધાતુ અને ઑક્સિજન સાથે જોડાય છે.
- જ્યારે ઍસિડ ધાતુ કાર્બોનેટ અથવા ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે તેને અનુરૂપ ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ અને પાણી આપે છે.
- પાણીમાં બનાવેલાં ઍસિડિક અને બેઝિક દ્રાવણો વિદ્યુતનું વહન કરે છે, કારણ કે તેઓ અનુક્રમે હાઇડ્રોજન અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો ઉત્પન્ન કરે છે.

- ઍસિડ કે બેઇઝની પ્રબળતા એક માપક્રમ દ્વારા ચકાસી શકાય છે, જેને pH માપક્રમ (0-14) કહે છે, જે દ્રાવણમાંના હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા માપી આપે છે.
- તટસ્થ દ્રાવણની pH બરાબર 7 હોય છે, જ્યારે ઍસિડિક દ્રાવણની pH 7થી ઓછી અને બેઝિક દ્રાવણની pH 7થી વધુ હોય છે.
- સજીવોમાં ચયાપચયની પ્રક્રિયાઓ (ચયાપચયિક પ્રવૃત્તિઓ - Metabolic Activities) મહત્તમ pH સ્તરે થાય છે.
- સાંદ્ર ઍસિડ અથવા બેઇઝનું પાણી સાથેનું મિશ્રણ અત્યંત ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે.
- ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજાને તટસ્થ કરીને અનુવર્તી ક્ષાર અને પાણી બનાવે છે.
- સ્ફટિકજળ ક્ષારના સ્ફટિકમય સ્વરૂપમાં પ્રત્યેક એકમસૂત્ર દીઠ રાસાયણિક રીતે જોડાયેલા પાણીના અણુઓની નિશ્ચિત સંખ્યા છે.
- દૈનિક જીવનમાં તેમજ ઉદ્યોગોમાં ક્ષાર વિવિધ ઉપયોગિતા ધરાવે છે.

સ્વાધ્યાય

U9X2J2

1. એક દ્રાવણ લાલ લિટમસને ભૂરું બનાવે છે તેની pH લગભગ .... હશે.

(a) 1 (b) 4 (c) 5 (d) 10

2. એક દ્રાવણ ઇંડાના પીસેલા કવચ (કોષો) સાથે પ્રક્રિયા કરી વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે, જે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે તો દ્રાવણ .... ધરાવે છે.

(a) NaCl (b) HCl (c) LiCl (d) KCl

3. 10 mL NaOHના દ્રાવણનું 8 mL આપેલ HClના દ્રાવણ વડે સંપૂર્ણ તટસ્થીકરણ થાય છે. જો આપણે તે જ NaOHનું 20 mL દ્રાવણ લઈએ, તો તેને તટસ્થ કરવા માટે HClના દ્રાવણ (પહેલા હતું તે જ દ્રાવણ)ની જરૂરી માત્રા ....

(a) 4 mL (b) 8 mL (c) 12 mL (d) 16 mL

4. અપચાના ઉપચાર માટે નીચેના પૈકી કયા પ્રકારની દવાઓનો ઉપયોગ થાય છે ?

(a) એન્ટિબાયોટિક (પ્રતિજીવી)

(b) એનાલ્જેસિક (વેદનાહર)

(c) એન્ટાસિડ (પ્રતિઍસિડ)

(d) એન્ટિસેપ્ટિક (જીવાણુનાશી)

5. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે પહેલા શબ્દ સમીકરણો અને ત્યાર બાદ સમતોલિત સમીકરણો લખો -

(a) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની દાણાદાર ઝિંક સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

(b) મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડની મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

(c) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની ઍલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

(d) મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડની લોખંડના વહેર સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

6. આલ્કોહોલ અને ગ્લુકોઝ જેવા સંયોજનો હાઇડ્રોજન ધરાવે છે, પરંતુ તેઓ ઍસિડની માફક વર્ગીકૃત થતા નથી તે સાબિત કરવા માટે એક પ્રવૃત્તિ વર્ણવો.

7. શા માટે નિસ્યંદિત પાણી વિદ્યુતનું વહન ન કરે જ્યારે વરસાદી પાણી વિદ્યુતનું વહન કરે ?

8. શા માટે ઍસિડ પાણીની ગેરહાજરીમાં ઍસિડિક વર્તણૂક દર્શાવતા નથી ?

9. પાંચ દ્રાવણો A, B, C, D અને Eને સાર્વત્રિક સૂચક દ્વારા તપાસતાં અનુક્રમે 4, 1, 11, 7 અને 9 pH દર્શાવે છે તો કયું દ્રાવણ ....

(a) તટસ્થ હશે ?

(b) પ્રબળ બેઝિક હશે ?

(c) પ્રબળ ઍસિડિક હશે ?

(d) નિર્બળ ઍસિડિક હશે ?

(e) નિર્બળ બેઝિક હશે ?

pH નાં મૂલ્યોને હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતાના ચડતા ક્રમમાં દર્શાવો.

10. કસનળી A અને Bમાં સમાન લંબાઈની મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીઓ લીધેલી છે. કસનળી Aમાં હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl) ઉમેરવામાં આવે છે અને કસનળી Bમાં એસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH) ઉમેરવામાં આવે છે. કઈ કસનળીમાં અતિ તીવ્ર ઉભરા મળે છે ? અને શા માટે ?

11. તાજા દૂધની pH 6 છે. જો તેનું દહીંમાં રૂપાંતર થાય તો તેની pHના ફેરફાર વિશે તમે શું વિચારો છો ? તમારો ઉત્તર સમજાવો.

12. એક દૂધવાળો તાજા દૂધમાં ખૂબ જ અલ્પમાત્રામાં બેકિંગ સોડા ઉમેરે છે.

(a) તે તાજા દૂધની pH ને 6થી થોડી બેઝિક તરફ શા માટે ફેરવે છે ?

(b) શા માટે આવું દૂધ દહીં બનવા માટે વધુ સમય લે છે ?

13. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસને ભેજમુક્ત પાત્રમાં સંગૃહીત કરવું જોઈએ. સમજાવો શા માટે ?

14. તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા શું છે ? બે ઉદાહરણ આપો.

15. ધોવાનો સોડા અને બેકિંગ સોડાના બે મહત્ત્વના ઉપયોગો આપો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

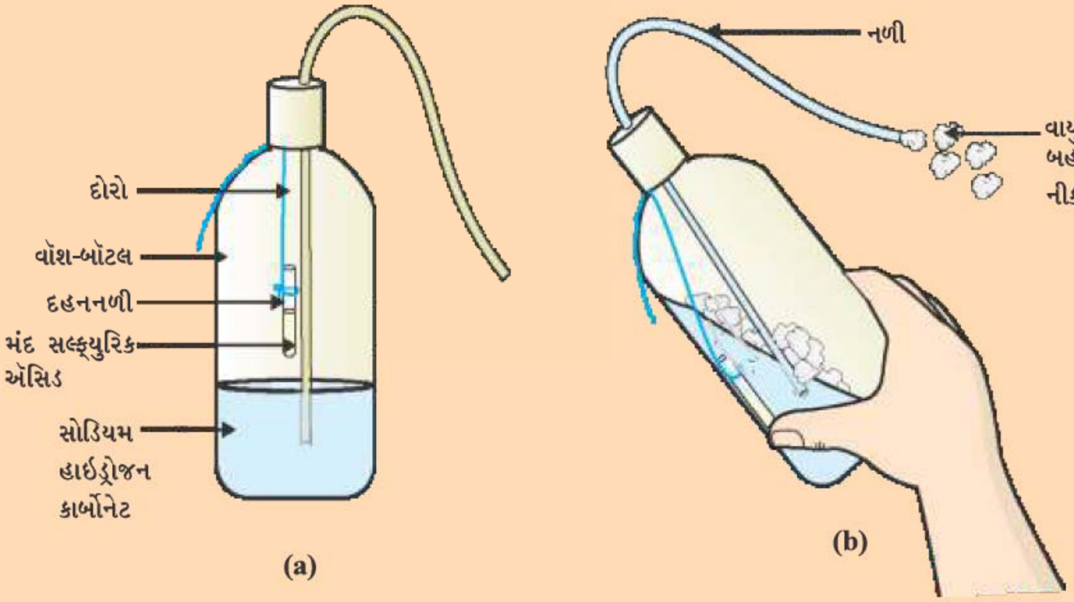
(I) તમારો પોતાનો સૂચક તૈયાર કરો :

- એક ખલ (mortar)માં કંદમૂળ (beet root)ને લસોટો.
- અર્ક મેળવવા માટે પૂરતી માત્રામાં પાણી ઉમેરો.
- તમે અગાઉનાં ધોરણોમાં શીખી ગયાં તે પદ્ધતિ મુજબ અર્કને ગાળી લો.
- આગળના વર્ગોમાં તમે શીખી ગયાં તે પદ્ધતિ મુજબ અર્કને ગાળીને એકત્ર કરો.
- કસનળી સ્ટૅન્ડમાં ચાર કસનળી ગોઠવો અને તેમને A, B, C, D નામ આપો. તેમાં અનુક્રમે લીંબુના રસનું દ્રાવણ, સોડાવૉટર, વિનેગર અને બેકિંગ સોડાનું દ્રાવણ એમ દરેકના 2 mL રેડો.
- દરેક કસનળીમાં કંદમૂળ અર્કના 2-3 ટીપાં ઉમેરો અને જો રંગમાં કોઈ ફેરફાર થાય તો તે નોંધો. કોષ્ટકમાં તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- તમે અન્ય કુદરતી સામગ્રી જેવી કે લાલ કોબીજનાં પાંદડાંનો અર્ક, પેટુનિયા (Petunia) જેવા ફૂલોના રંગીન પાંદડાં, હાઇડ્રાન્જીયા (Hydrangea) અને ઝેરાનિયમ (Geranium)નો ઉપયોગ કરીને સૂચકો તૈયાર કરી શકો છો.

(II) સોડા ઍસિડ અગ્નિશામક બનાવવું :

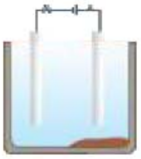
ઍસિડની ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથેની પ્રક્રિયા અગ્નિશામકોમાં વપરાય છે, જે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે.

- વૉશ-બૉટલ (wash-bottle)માં 20 mL સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ($NaHCO_3$)નું દ્રાવણ લો.
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ધરાવતી દહનનળી (Ignition tube)ને વૉશ-બૉટલમાં લટકાવો (આકૃતિ 2.10).
- વૉશ-બૉટલનું મુખ બંધ કરો.
- વૉશ-બૉટલને એક તરફ નમાવો કે જેથી દહનનળીમાંનો ઍસિડ નીચે સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ દ્રાવણ સાથે મિશ્ર થઈ જાય.
- તમે નોંધશો કે નળી(nozzle)માંથી ઊભરા બહાર આવી રહ્યા છે.
- બહાર આવતા વાયુને સળગતી મીણબત્તી પર આવવા દો. શું થાય છે ?



આકૃતિ 2.10 (a) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ધરાવતી દહનનળીને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ધરાવતી વૉશ-બૉટલમાં લટકાવવી, (b) વાયુનું નળીમાંથી બહાર આવવું

પ્રકરણ 3



ધાતુઓ અને અધાતુઓ (Metals and Non-metals)

S9W2J6

ધોરણ IXમાં તમે વિવિધ તત્ત્વો વિશે શીખી ગયાં છો. તમે જોયું છે કે તત્ત્વો તેમના ગુણધર્મોના આધારે ધાતુઓ અથવા અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

- તમારા દૈનિક જીવનમાં ધાતુઓ અને અધાતુઓના કેટલાક ઉપયોગો વિશે વિચારો.
- તત્ત્વોને ધાતુઓ અથવા અધાતુઓમાં વર્ગીકૃત કરતી વખતે તમે કયા ગુણધર્મોનો વિચાર કર્યો ?
- આ ગુણધર્મો આ તત્ત્વોની ઉપયોગિતા સાથે કેવી રીતે સંકળાયેલા છે ? ચાલો, આપણે આમાંના કેટલાક ગુણધર્મોને વિગતવાર જોઈએ.

3.1 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)

E6U9B3

3.1.1 ધાતુઓ (Metals)

પદાર્થોના વર્ગીકરણ માટેનો સૌથી સરળ માર્ગ તેમના ભૌતિક ગુણધર્મોની સરખામણી છે. ચાલો, આપણે તેનો નીચે પ્રમાણેની પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા અભ્યાસ કરીએ. પ્રવૃત્તિઓ 3.1 થી 3.6 માટે, નીચે પ્રમાણેની ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો - લોખંડ (આયર્ન), તાંબુ (કૉપર), ઍલ્યુમિનિયમ, મૅગ્નેશિયમ, સોડિયમ, સીસું (લેડ), ઝિંક (જસત) અને એવી કોઈ પણ અન્ય ધાતુ કે જે સરળતાથી પ્રાપ્ય હોય.

પ્રવૃત્તિ 3.1

- લોખંડ, તાંબુ, ઍલ્યુમિનિયમ અને મૅગ્નેશિયમના નમૂના લો. દરેક નમૂનાના દેખાવની નોંધ કરો.
- કાચપેપર વડે ઘસીને દરેક નમૂનાની સપાટી સાફ કરો અને ફરીથી તેમના દેખાવની નોંધ કરો.

ધાતુઓ તેમની શુદ્ધ અવસ્થામાં ચળકાટવાળી સપાટી ધરાવે છે. આ ગુણધર્મને ધાત્વીય ચમક (metallic lustre) કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 3.2

- લોખંડ, તાંબુ, ઍલ્યુમિનિયમ અને મૅગ્નેશિયમના નાના ટુકડા લો. ધારદાર છરી વડે આ ધાતુઓને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- ચીપિયા વડે સોડિયમના ટુકડાને પકડી રાખો.

  ચેતવણી : સોડિયમ ધાતુ સાથે હંમેશાં સાવચેતીપૂર્વક કામ કરવું. ગાળણપત્રની ગડી વચ્ચે દબાવીને તેને સૂકવો.
- તેને વૉચ-ગ્લાસ પર મૂકો અને છરી વડે તેને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

તમે જોશો કે સામાન્ય રીતે ધાતુઓ સખત હોય છે. દરેક ધાતુની સખતાઈ અલગ-અલગ હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.3

- લોખંડ, ઝિંક, સીસું અને તાંબાના ટુકડા લો.
- લોખંડના એક ટુકડા પર કોઈ પણ એક ધાતુ મૂકો અને હથોડી વડે ચાર કે પાંચ વખત તેની પર પ્રહાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- અન્ય ધાતુઓ સાથે તેનું પુનરાવર્તન કરો.
- આ ધાતુઓના આકારમાં થતો ફેરફાર નોંધો.

તમે જોશો કે કેટલીક ધાતુઓને ટીપીને (beaten) પાતળાં પતરાં બનાવી શકાય છે. આ ગુણધર્મને ટિપાઉપણું (Malleability) કહે છે. શું તમે જાણો છો કે સોનું અને ચાંદી સૌથી વધુ ટીપી શકાય તેવી ધાતુઓ છે ?

પ્રવૃત્તિ 3.4

- રોજિંદા જીવનમાં જે ધાતુઓના તાર જોયા હોય તેવી ધાતુઓની યાદી બનાવો.

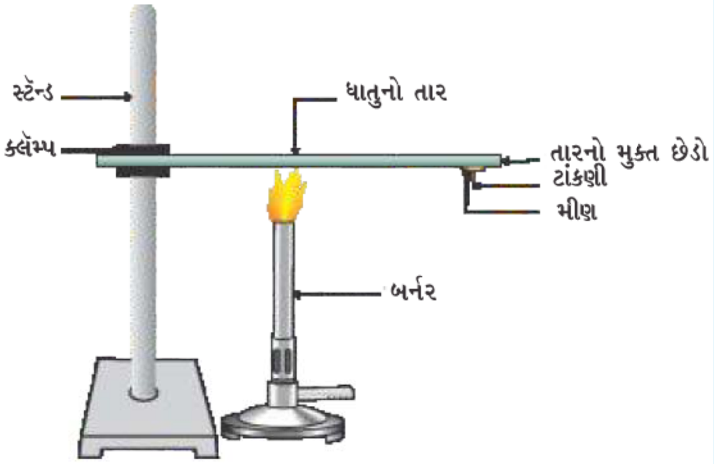
ધાતુઓની પાતળા તારમાં ફેરવાઈ જવાની ક્ષમતાને તણાવપણું (Ductility) કહે છે. સોનું સૌથી વધુ તનનીય ધાતુ છે. તમને જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે એક ગ્રામ સોનામાંથી 2 km લંબાઈનો તાર બનાવી શકાય છે.

તે તેમનાં ટિપાઉપણા અને તણાવપણાના કારણે થાય છે, જેથી ધાતુઓને આપણી જરૂરિયાત પ્રમાણે જુદા-જુદા આકારો આપી શકાય છે.

તમે એવી કેટલીક ધાતુઓનાં નામ આપી શકો કે જે રસોઈનાં વાસણો બનાવવામાં ઉપયોગી છે ? તમે જાણો છો કે આ ધાતુઓ શા માટે વાસણો બનાવવા વપરાય છે ? ચાલો, જવાબ જાણવા માટે ચાલો, આપણે નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 3.5

- ઍલ્યુમિનિયમ અથવા તાંબાનો તાર લો. આ તારને આકૃતિ 3.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સ્ટૅન્ડના ક્લૅમ્પ પર ગોઠવો.
- મીણની મદદથી તારના મુક્ત છેડા પર ટાંકણી લગાવો.
- જ્યાં તાર લગાવ્યો છે તે ક્લૅમ્પની નજીકના સ્થાને તેને સ્પિરિટ લૅમ્પ, મીણબત્તી અથવા બર્નર વડે ગરમ કરો.
- થોડા સમય પછી તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમારાં અવલોકનો નોંધો. શું ધાતુનો તાર પીગળે છે ?



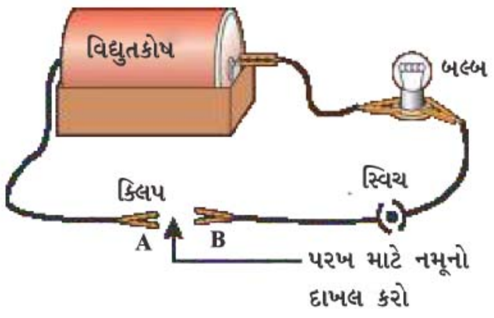
આકૃતિ 3.1
ધાતુઓ ઉષ્માના સારા વાહકો છે

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ દર્શાવે છે કે ધાતુઓ ઉષ્માના સારા વાહકો છે અને ઊંચા ગલનબિંદુ (Melting Points) ધરાવે છે. સિલ્વર અને કૉપર ઉષ્માના ઉત્તમ વાહકો છે. સીસું અને પારો સરખામણીમાં ઉષ્માના મંદ વાહકો છે.

શું ધાતુઓ વિદ્યુતનું પણ વહન કરે છે ? ચાલો, આપણે જાણીએ.

પ્રવૃત્તિ 3.6

- આકૃતિ 3.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુત-પરિપથ (Electric Circuit)ની ગોઠવણ કરો.
- જેની ચકાસણી કરવાની છે તે ધાતુને અહીં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં A અને B છેડા વચ્ચે જોડો.
- શું બલ્બ પ્રકાશિત થાય છે ? તે શું સૂચવે છે ?



આકૃતિ 3.2
ધાતુઓ વિદ્યુતના સારા વાહકો છે

તમે ચોક્કસપણે જોયું હશે કે જે તાર તમારા ઘરે વિદ્યુત પહોંચાડે છે, તેની પર પોલિવિનાઇલ ક્લોરાઇડ (PVC) અથવા રબર જેવી સામગ્રીનું પડ લગાવેલું હોય છે. વિદ્યુત તારને શા માટે આ પ્રકારના પદાર્થો વડે પડ લગાવવામાં આવે છે ?

જ્યારે ધાતુઓને સખત સપાટી પર અફાળવામાં આવે ત્યારે શું થાય છે ? શું તેઓ ધ્વનિ ઉત્પન્ન કરે છે ? જે ધાતુઓ સખત સપાટી પર અફાળવાથી ધ્વનિ ઉત્પન્ન કરે છે તેમને રણકારયુક્ત (Sonorous) કહે છે. હવે તમે કહી શકો કે શાળાના ઘંટ શા માટે ધાતુઓના બનેલા હોય છે ?

3.1.2 અધાતુઓ (Non-metals)

અગાઉના ધોરણમાં તમે શીખી ગયાં કે ધાતુઓની તુલનામાં અધાતુઓ ઘણી ઓછી છે. કાર્બન, સલ્ફર, આયોડિન, ઑક્સિજન, હાઇડ્રોજન વગેરે અધાતુઓનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. અધાતુઓ ઘન અથવા વાયુઓ છે, સિવાય કે બ્રોમિન જે પ્રવાહી છે.

શું અધાતુઓ પણ ધાતુઓ જેવા જ ભૌતિક ગુણધર્મો ધરાવે છે ? ચાલો, આપણે શોધી કાઢીએ.

પ્રવૃત્તિ 3.7

- કાર્બન (કોલસો અથવા ગ્રેફાઇટ), સલ્ફર અને આયોડિનના નમૂના એકત્ર કરો.
- આ અધાતુઓ સાથે પ્રવૃત્તિઓ 3.1 થી 3.4 અને 3.6 કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ધાતુઓ અને અધાતુઓ સંબંધિત તમારાં અવલોકનોનું કોષ્ટક 3.1માં સંકલન કરો.

કોષ્ટક 3.1

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	સપાટીનો પ્રકાર	સખતાઈ	ટિપાઉપણું	તણાવપણું	વિદ્યુતનું વહન	રણકારયુક્ત અવાજ

કોષ્ટક 3.1માં નોંધેલાં અવલોકનોના આધારે વર્ગમાં ધાતુઓ અને અધાતુઓના સામાન્ય ભૌતિક ગુણધર્મોની ચર્ચા કરો. તમે ચોક્કસપણે તે તારણ પર પહોંચશો કે આપણે માત્ર તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણધર્મોના આધારે જ તેમનું વર્ગીકરણ કરી શકીએ નહિ, કારણ કે તેમનામાં ઘણા અપવાદો છે. ઉદાહરણ તરીકે,

(i) પારા (મરક્યુરિ) સિવાયની તમામ ધાતુઓ ઓરડાના તાપમાને ઘન સ્વરૂપમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. પ્રવૃત્તિ 3.5માં તમે અવલોકન કર્યું છે કે ધાતુઓ ઊંચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે,

પરંતુ, ગેલિયમ અને સીઝિયમ ઘણાં નીચાં ગલનબિંદુ ધરાવે છે. આ બે ધાતુઓને તમારી હથેળી પર રાખતાં તે પીગળી જશે.

(ii) આયોડિન અધાતુ છે, પરંતુ તે ચમકદાર છે.

(iii) કાર્બન અધાતુ છે જે વિવિધ સ્વરૂપોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. દરેક સ્વરૂપને અપરરૂપ (Allotrope) કહે છે. કાર્બનનું અપરરૂપ હીરો સૌથી સખત કુદરતી પદાર્થ તરીકે જાણીતો છે અને તે ખૂબ જ ઊંચું ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે. કાર્બનનું અન્ય અપરરૂપ ગ્રેફાઇટ વિદ્યુતનો સુવાહક છે.

(iv) આલ્કલી ધાતુઓ (લિથિયમ, સોડિયમ, પોટૅશિયમ) એટલી બધી નરમ હોય છે કે તેને છરી વડે પણ કાપી શકાય છે. તેઓ ઓછી ઘનતા અને નીચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે.

તત્ત્વોને તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મોના આધારે ધાતુઓ અને અધાતુઓમાં વધુ ચોક્કસપણે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.8

- મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી અને થોડો સલ્ફર પાઉડર લો.
- મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને સળગાવો. તેની રાખ એકત્ર કરી તેને પાણીમાં ઓગાળો.
- પરિણામી દ્રાવણને લાલ અને ભૂરા એમ બંને લિટમસ પેપર વડે તપાસો.
- મૅગ્નેશિયમને સળગાવતા ઉદ્ભવતી નીપજ ઍસિડિક છે કે બેઝિક ?
- હવે સલ્ફર પાઉડરને સળગાવો. ઉત્પન્ન ધુમાડા (Fumes)ને એકત્ર કરવા માટે સળગતા સલ્ફરની ઉપર કસનળી મૂકો.
- ઉપર્યુક્ત કસનળીમાં થોડું પાણી ઉમેરો અને હલાવો.
- આ દ્રાવણને ભૂરા અને લાલ લિટમસ પેપર વડે તપાસો.
- સલ્ફરને સળગાવતાં ઉત્પન્ન થતી નીપજ ઍસિડિક છે કે બેઝિક ?
- શું તમે આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખી શકશો ?

મોટા ભાગની અધાતુઓ પાણીમાં ઓગળે ત્યારે ઍસિડિક ઑક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે બીજી તરફ મોટા ભાગની ધાતુઓ બેઝિક ઑક્સાઇડ આપે છે. તમે હવે પછીના વિભાગમાં આ ધાતુ ઑક્સાઇડો વિશે વધુ શીખશો.

પ્રશ્નો

1. એવી ધાતુનું ઉદાહરણ આપો :
   (i) જે ઓરડાના તાપમાને પ્રવાહી છે.
   (ii) જે છરી વડે આસાનીથી કાપી શકાય છે.
   (iii) જે ઉષ્માની ઉત્તમ વાહક છે.
   (iv) જે ઉષ્માની મંદવાહક છે.
2. ટિપાઉપણું અને તણાવપણું– નો અર્થ સમજાવો.

3.2 ધાતુઓના રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties of Metals)

Y9N5I3

આપણે વિભાગ 3.2.1 થી 3.2.4માં ધાતુઓના રાસાયણિક ગુણધર્મો વિશે શીખીશું. નીચે દર્શાવેલી ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો. ઍલ્યુમિનિયમ, કૉપર, લોખંડ, લેડ, મૅગ્નેશિયમ, ઝિંક, સોડિયમ.

3.2.1 ધાતુઓ હવામાં સળગે ત્યારે શું થાય છે ?
(What happens when Metals are Burnt in Air ?)

તમે પ્રવૃત્તિ 3.8માં જોઈ ગયાં છો કે મૅગ્નેશિયમ હવામાં સફેદ (પ્રજ્વલિત) જ્યોત સાથે સળગે છે. શું તમામ ધાતુઓ આ જ પ્રકારે વર્તે છે ? ચાલો, આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા તપાસીએ :

પ્રવૃત્તિ 3.9

ચેતવણી : નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ માટે શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે. આંખોની સુરક્ષા માટે વિદ્યાર્થી ચશ્માં પહેરે તો વધુ સારું.

- ઉપર લીધેલા નમૂના પૈકી એકને ચીપિયા વડે બર્નરની જ્યોત પર સળગાવવાનો પ્રયાસ કરો. અન્ય ધાતુના નમૂના વડે તેનું પુનરાવર્તન કરો.
- જો નીપજ મળે તો તેને એકત્ર કરો.
- નીપજો તેમજ ધાતુની સપાટીને ઠંડી પાડો.
- કઈ ધાતુઓ આસાનીથી સળગે છે ?
- ધાતુ સળગી ત્યારે તમે જ્યોતના કયા રંગનું અવલોકન કર્યું ?
- સળગ્યા પછી ધાતુની સપાટી કેવી દેખાય છે ?
- ધાતુઓને તેમની ઑક્સિજન પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- શું નીપજો પાણીમાં દ્રાવ્ય છે ?

લગભગ તમામ ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ધાતુ ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

ધાતુ + ઑક્સિજન → ધાતુ ઑક્સાઇડ

ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે કૉપરને હવામાં ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને કાળા રંગનો કૉપર(II) ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

(કૉપર) (કૉપર(II) ઑક્સાઇડ)

તેવી જ રીતે ઍલ્યુમિનિયમ ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$

(ઍલ્યુમિનિયમ) (ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ)

પ્રકરણ 2માંથી યાદ કરો કે કૉપર ઑક્સાઇડ કેવી રીતે હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આપણે શીખી ગયાં કે ધાતુ ઑક્સાઇડ સ્વભાવે બેઝિક હોય છે. પરંતુ અમુક ધાતુ ઑક્સાઇડ જેવાં કે, ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ, ઝિંક ઑક્સાઇડ વગેરે, ઍસિડિક તેમજ બેઝિક એમ બંને વર્તણૂક દર્શાવે છે. એવા ધાતુ ઑક્સાઇડ જે ઍસિડ અને બેઇઝ એમ બંને સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી બનાવે છે, તે ઊભયગુણી ઑક્સાઇડ તરીકે ઓળખાય છે. ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ નીચે પ્રમાણે ઍસિડ અને બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે :

$$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

(સોડિયમ ઍલ્યુમિનેટ)

મોટા ભાગના ધાતુ ઑક્સાઇડ પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે, પરંતુ આમાંના કેટલાક પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ આલ્કલી બનાવે છે. સોડિયમ ઑક્સાઇડ અને પોટૅશિયમ ઑક્સાઇડ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ નીચે મુજબ આલ્કલી ઉત્પન્ન કરે છે :

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$$

$$K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq)$$

આપણે પ્રવૃત્તિ 3.9માં જોયેલું છે કે, તમામ ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સમાન દરે પ્રક્રિયા કરતી નથી. ભિન્ન-ભિન્ન ધાતુઓ ઑક્સિજન પ્રત્યે ભિન્ન-ભિન્ન પ્રતિક્રિયાત્મકતા દર્શાવે છે. પોટૅશિયમ અને સોડિયમ જેવી ધાતુઓ એટલી તીવ્ર પ્રક્રિયા કરે છે કે જો તેને ખુલ્લામાં (હવામાં) રાખવામાં આવે તો તે આગ પકડી લે છે. તેથી તેમને સુરક્ષિત રાખવા અને આકસ્મિક આગ રોકવા માટે, કેરોસીનમાં ડુબાડીને રાખવામાં આવે છે. સામાન્ય તાપમાને, ધાતુઓ જેવી કે મૅગ્નેશિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ, ઝિંક, સીસું વગેરેની સપાટીઓ ઑક્સાઇડના પાતળા સ્તર વડે ઢંકાઈ જાય છે. રક્ષણાત્મક ઑક્સાઇડનું સ્તર ધાતુનું વધુ ઑક્સિડેશન થતું અટકાવે છે. લોખંડને ગરમ કરતાં તે સળગતું નથી પરંતુ લોખંડના ભૂકાને બર્નરની જ્યોતમાં નાખતાં તે તીવ્રતાથી સળગે છે. કૉપર સળગતું નથી, પરંતુ ગરમ ધાતુ પર કાળા રંગનું કૉપર(II) ઑક્સાઇડનું સ્તર લાગી જાય છે. ચાંદી અને સોનું ઊંચા તાપમાને પણ ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી.

શું તમે જાણો છો ?

એનોડીકરણ (anodisation) ઍલ્યુમિનિયમના ઑક્સાઇડનું જાડું પડ બનાવવાનો પ્રક્રમ છે. ઍલ્યુમિનિયમ જ્યારે હવાના સંપર્કના આવે છે ત્યારે ઑક્સાઇડનું પાતળું સ્તર તૈયાર થાય છે. ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડનું સ્તર (Coat) તેના વધુ ઑક્સિડેશનનો પ્રતિકાર કરે છે. ઑક્સાઇડનું સ્તર વધુ જાડું બનતા આ પ્રતિક્રિયાત્મકતામાં સુધારો થાય છે. એનોડીકરણ દરમિયાન ઍલ્યુમિનિયની સ્વચ્છ વસ્તુને ઍનોડ બનાવવામાં આવે છે અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે વિદ્યુતવિભાજન કરવામાં આવે છે. ઍનોડ પર ઉત્પન્ન થતો ઑક્સિજન વાયુ ઍલ્યુમિનિયમ સાથે પ્રક્રિયા કરી જાડું રક્ષણાત્મક ઑક્સાઇડ સ્તર બનાવે છે. આ ઑક્સાઇડ સ્તરને રંગક લગાવીને ઍલ્યુમિનિયમની વસ્તુઓને આકર્ષક બનાવી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.9 કર્યા બાદ, તમે ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું હશે કે અહીં લીધેલા ધાતુના નમૂનાઓ પૈકી સોડિયમ સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે. મૅગ્નેશિયમની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર છે જે દર્શાવે છે કે તે સોડિયમ કરતા ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે. પરંતુ ઑક્સિજન સાથેની દહન-પ્રક્રિયા આપણને ઝિંક, લોખંડ, કૉપર અથવા સીસાની પ્રતિક્રિયાત્મકતા નક્કી કરવા માટે મદદરૂપ થતી નથી. ચાલો, આપણે આ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ક્રમ અંગેના તારણ પર પહોંચવા માટે કેટલીક વધુ પ્રક્રિયાઓ જોઈએ.

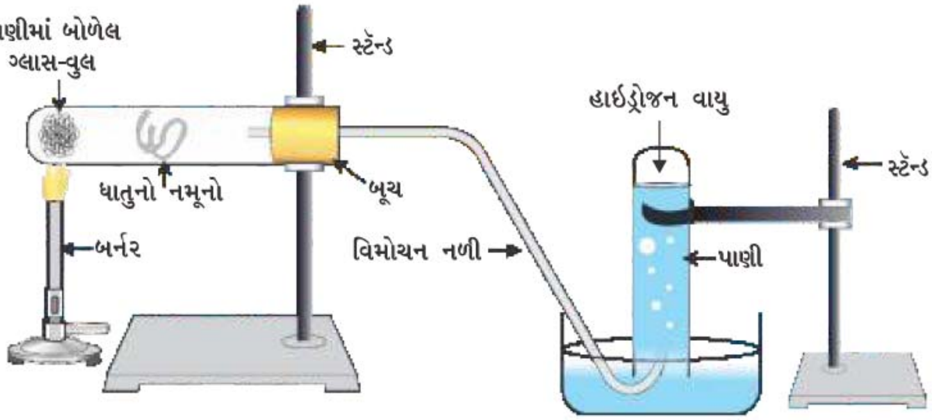
3.2.2 ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals React with Water ?)

પ્રવૃત્તિ 3.10

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- પ્રવૃત્તિ 3.9 જેવા જ ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો.
- ઠંડા પાણીથી અડધા ભરેલા બીકરમાં આ નમૂનાઓના નાના ટુકડા સ્વતંત્ર રીતે મૂકો.
- કઈ ધાતુઓ ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ? તેમને ઠંડા પાણી સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- શું કોઈ ધાતુ પાણી પર આગ ઉત્પન્ન કરી છે ?
- શું કોઈ ધાતુ થોડા સમય બાદ તરવાનું શરૂ કરે છે ?
- એવી ધાતુઓ કે જેણે ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી નથી તેને ગરમ પાણીથી અડધા ભરેલા બીકરમાં મૂકો.
- જે ધાતુઓએ ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી નથી તેના માટે આકૃતિ 3.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણ કરો અને તેની વરાળ સાથેની પ્રક્રિયાનું અવલોકન કરો.
- કઈ ધાતુઓએ વરાળ સાથે પણ પ્રક્રિયા કરી નથી ?
- ધાતુઓને તેમની પાણી સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.



આકૃતિ 3.3 ધાતુ પર વરાળની અસર

ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ધાતુ ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે. ધાતુ ઑક્સાઇડ જે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે, તે તેમાં ઓગળીને ધાતુ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. પરંતુ તમામ ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી.

ધાતુ + પાણી → ધાતુ ઑક્સાઇડ + હાઇડ્રોજન

ધાતુ ઑક્સાઇડ + પાણી → ધાતુ હાઇડ્રૉક્સાઇડ

પોટૅશિયમ અને સોડિયમ જેવી ધાતુઓ ઠંડા પાણી સાથે ઉગ્ર રીતે પ્રક્રિયા કરે છે. સોડિયમ અને પોટૅશિયમના કિસ્સામાં, પ્રક્રિયા એટલી હદે તીવ્ર અને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) હોય છે કે ઉત્પન્ન થતો હાઇડ્રોજન તરત જ આગ પકડે છે.

$2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$ + ઉષ્માઊર્જા

$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$ + ઉષ્માઊર્જા

કેલ્શિયમની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર હોય છે. ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા હાઇડ્રોજન માટે આગ પકડવા માટે પૂરતી હોતી નથી.

$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$

કેલ્શિયમ સપાટી પર તરી આવે છે કારણ કે ઉત્પન્ન થતાં હાઇડ્રોજન વાયુના પરપોટા ધાતુની સપાટી પર ચીપકે છે.

મૅગ્નેશિયમ ધાતુ ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી. તે ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરીને મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ બનાવે છે. તેની સપાટી પર હાઇડ્રોજન વાયુના પરપોટા ચીપકવાથી તે પણ તરવાનું શરૂ કરે છે.

ઍલ્યુમિનિયમ, લોખંડ અને ઝિંક જેવી ધાતુઓ ઠંડા કે ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, પરંતુ તેઓ વરાળ સાથે પ્રક્રિયા કરી ધાતુ ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન બનાવે છે.

$2Al(s) + 3H_2O(g) \rightarrow Al_2O_3(s) + 3H_2(g)$

$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

સીસું, કૉપર, ચાંદી અને સોના જેવી ધાતુઓ પાણી સાથે સહેજ પણ પ્રક્રિયા કરતી નથી.

3.2.3 ધાતુઓ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals react with Acids ?)

તમે અગાઉ શીખી ગયાં છો કે ધાતુઓ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને હાઇડ્રોજન વાયુ આપે છે.

ધાતુ + મંદ ઍસિડ → ક્ષાર + હાઇડ્રોજન

પરંતુ શું તમામ ધાતુઓ સમાન રીતે વર્તે છે ? ચાલો, આપણે શોધી કાઢીએ.

પ્રવૃત્તિ 3.11

- સોડિયમ અને પોટૅશિયમ સિવાયની ધાતુઓના નમૂના ફરીથી એકત્ર કરો. જો નમૂના નિસ્તેજ હોય તો તેને કાચપેપર વડે ઘસીને શુદ્ધ કરો.

  ચેતવણી : સોડિયમ અને પોટૅશિયમ ન લેશો કારણ કે તે ઠંડા પાણી સાથે પણ તીવ્ર રીતે પ્રક્રિયા કરે છે.
- નમૂનાઓને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ધરાવતી કસનળીઓમાં અલગ-અલગ રીતે મૂકો.
- થરમૉમિટરને કસનળીઓમાં એવી રીતે લટકાવો કે જેથી તેના ગોળા (બલ્બ) ઍસિડમાં ડૂબેલા રહે.
- ધ્યાનપૂર્વક પરપોટા ઉત્પન્ન થવાના દરનું અવલોકન કરો.
- કઈ ધાતુ મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે તીવ્રતાથી પ્રક્રિયા કરે છે ?
- કઈ ધાતુ માટે તમે મહત્તમ તાપમાન નોંધ્યું ?
- ધાતુઓને તેમની મંદ ઍસિડ પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.

મૅગ્નેશિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ, ઝિંક અને લોખંડની મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાઓનાં સમીકરણો લખો.

જ્યારે ધાતુની નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા થાય ત્યારે હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન થતો નથી કારણ કે HNO_3 પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા છે. તે H_2નું ઑક્સિડેશન કરી પાણી ઉત્પન્ન કરે છે અને પોતે કોઈ પણ નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડમાં રિડક્શન પામે છે (N_2O, NO, NO_2). પરંતુ મૅગ્નેશિયમ (Mg) અને મૅંગેનીઝ (Mn) ખૂબ જ મંદ HNO_3 સાથે પ્રક્રિયા કરી H_2 વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે.

તમે પ્રવૃત્તિ 3.11માં ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું છે કે મૅગ્નેશિયમના કિસ્સામાં પરપોટા ઉત્પન્ન થવાનો દર સૌથી વધુ હતો. આ કિસ્સામાં પ્રક્રિયા પણ સૌથી વધુ ઉષ્માક્ષેપક હતી. પ્રતિક્રિયાત્મકતા $Mg > Al > Zn > Fe$ ક્રમમાં ઘટે છે. કૉપરના કિસ્સામાં પરપોટા જોવા મળતા નથી અને તાપમાનમાં પણ કોઈ ફેરફાર થતો નથી તે દર્શાવે છે કે કૉપર મંદ HCl સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી.

શું તમે જાણો છો ?

ઍક્વારિજીયા, ('રોયલ પાણી' માટે લૅટિન શબ્દ) (અમ્લરાજ) સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડનું 3:1ના પ્રમાણમાં તૈયાર કરેલું તાજું મિશ્રણ છે. તે સોનાને ઓગાળી શકે છે, જ્યારે આ ઍસિડો પૈકી એક પણ ઍસિડ એકલો આમ કરી શકતો નથી. ઍક્વારિજીયા પ્રબળ ક્ષારીય, ધુમાયમાન પ્રવાહી છે. તે સોના અને પ્લેટિનમને ઓગાળી શકતા અમુક પ્રક્રિયકો પૈકીનો એક છે.

3.2.4 ધાતુઓ અન્ય ધાતુના ક્ષારના દ્રાવણ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

(How do Metals react with Solutions of other Metal Salts ?)

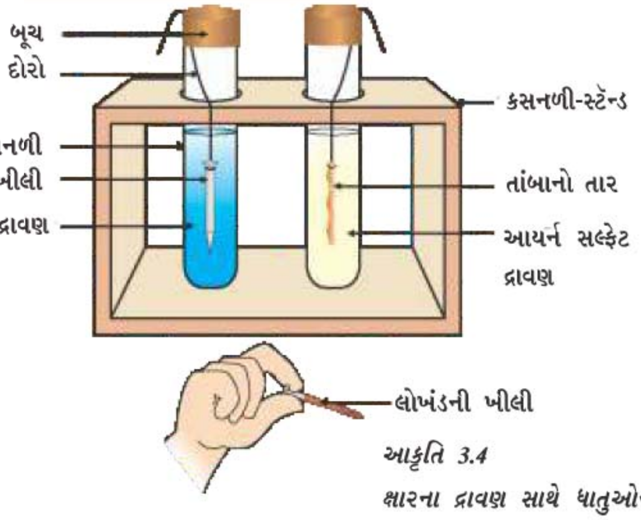
પ્રવૃત્તિ 3.12

- તાંબાનો એક શુદ્ધ તાર અને લોખંડની એક ખીલી લો.
- કસનળીઓમાં તાંબાના તારને આયર્ન સલ્ફેટના દ્રાવણમાં મૂકો અને લોખંડની ખીલીને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં મૂકો (આકૃતિ 3.4).
- 20 મિનિટ બાદ તમારાં અવલોકનો નોંધો.

- કઈ કસનળીમાં પ્રક્રિયા થયેલી છે તેવું તમને જાણવા મળે છે ?
- કયા આધારે તમે કહી શકો કે ખરેખર પ્રક્રિયા થયેલ છે ?
- શું તમે પ્રવૃત્તિઓ 3.9, 3.10 અને 3.11 માટે તમારાં અવલોકનો વચ્ચે કોઈ સહસંબંધ પ્રસ્થાપિત કરી શકો છો ?
- થયેલી પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
- પ્રક્રિયાના પ્રકારનું નામ આપો.

સક્રિય ધાતુ તેનાથી ઓછી સક્રિય ધાતુને તેમનાં સંયોજનોના દ્રાવણ અથવા પીગાળેલ સ્વરૂપમાંથી વિસ્થાપિત કરી શકે છે.

અગાઉના વિભાગોમાં આપણે જોયું છે કે તમામ ધાતુઓ સમાન રીતે પ્રતિક્રિયાત્મક હોતી નથી. આપણે અલગ-અલગ ધાતુઓની ઑક્સિજન, પાણી અને ઍસિડ સાથે પ્રતિક્રિયાત્મકતા ચકાસી. પરંતુ તમામ ધાતુઓ આ પ્રક્રિયકો સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, તેથી આપણે એકત્ર કરેલા તમામ ધાતુના નમૂનાઓને તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં મૂકી શકતા નથી. પ્રકરણ1માં ભણી ગયેલ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે વધુ સારા પુરાવા આપે છે. તે સમજવું સહેલું અને સરળ છે કે જો ધાતુ A ધાતુ Bને તેના દ્રાવણમાંથી વિસ્થાપિત કરે તો તે B કરતાં વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે.



આકૃતિ 3.4
ક્ષારના દ્રાવણ સાથે ધાતુઓની પ્રક્રિયા

ધાતુ A + Bના ક્ષારનું દ્રાવણ → Aના ક્ષારનું દ્રાવણ + ધાતુ B

પ્રવૃત્તિ 3.12માં તમારાં અવલોકનોના આધારે કૉપર કે લોખંડ કઈ ધાતુ વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે ?

3.2.5 પ્રતિક્રિયાત્મકતા(સક્રિયતા) શ્રેણી (The Reactivity Series)

પ્રતિક્રિયાત્મકતા શ્રેણી ધાતુઓની ઘટતી જતી પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ક્રમમાં ગોઠવેલી યાદી છે. વિસ્થાપન પ્રયોગો કર્યા બાદ (પ્રવૃત્તિઓ 1.9 અને 3.12) નીચે દર્શાવેલી શ્રેણી (કોષ્ટક 3.2)ને વિકસાવવામાં આવેલી છે, જેને પ્રતિક્રિયાત્મકતા અથવા સક્રિયતા શ્રેણી (Reactivity or Activity Series) કહે છે.

કોષ્ટક 3.2 સક્રિયતા શ્રેણી : ધાતુઓની સાપેક્ષ પ્રતિક્રિયાત્મકતા

K	પોટૅશિયમ	સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક
Na	સોડિયમ	
Ca	કૅલ્શિયમ	
Mg	મૅગ્નેશિયમ	
Al	ઍલ્યુમિનિયમ	
Zn	ઝિંક	પ્રતિક્રિયાત્મકતા ઘટે છે.
Fe	આયર્ન	
Pb	લૅડ	
[H]	[હાઇડ્રોજન]	
Cu	કૉપર	
Hg	મરક્યુરિ	
Ag	સિલ્વર	
Au	ગોલ્ડ	સૌથી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક

પ્રશ્નો

1. શા માટે સોડિયમને કૅરોસીનમાં રાખવામાં આવે છે ?
2. આ પ્રક્રિયાઓ માટે સમીકરણો લખો.
   (i) વરાળ સાથે લોખંડ
   (ii) પાણી સાથે કૅલ્શિયમ અને પોટૅશિયમ
3. ચાર ધાતુઓ A, B, C અને Dના નમૂના લીધેલા છે અને નીચે દર્શાવેલ દ્રાવણમાં એક પછી એક ઉમેરેલ છે. પ્રાપ્ત થયેલ પરિણામોને નીચે મુજબ કોષ્ટકમાં સારણીબદ્ધ કરેલ છે :

ધાતુ	આયર્ન(II) સલ્ફેટ	કૉપર(II) સલ્ફેટ	ઝિંક સલ્ફેટ	સિલ્વર નાઇટ્રેટ
A	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	વિસ્થાપન		
B	વિસ્થાપન		કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	
C	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	વિસ્થાપન
D	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ

   ધાતુઓ A, B, C અને D વિશે નીચે દર્શાવેલા પ્રશ્નોના ઉત્તર માટે ઉપર્યુક્ત કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરો.
   (i) સૌથી વધુ સક્રિય ધાતુ કઈ છે ?
   (ii) જો Bને કૉપર(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે તો તમે શું અવલોકન કરશો ?
   (iii) ધાતુઓ A, B, C અને Dને પ્રતિક્રિયાત્મકતા ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
4. સક્રિય ધાતુમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે કયો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે ? લોખંડની મંદ H_2SO_4 સાથેની પ્રક્રિયાનું રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
5. જ્યારે આયર્ન(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઝિંક ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે તમે શું અવલોકન કરો છો ? અહીં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.

3.3 ધાતુઓ અને અધાતુઓ કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? (How do Metals and Non-metals React ?)

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિઓમાં તમે અનેક પ્રક્રિયકો સાથે ધાતુઓની પ્રક્રિયાઓ નિહાળી. ધાતુઓ આ પ્રકારે પ્રક્રિયા શા માટે કરે છે ? ચાલો આપણે ધોરણ IXમાં તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના શીખી ગયાં હતા તે યાદ કરીએ. આપણે શીખી ગયાં કે ઉમદા વાયુઓ (noble gases) કે જે સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાહ્યતમ કક્ષા ધરાવે છે તે ખૂબ જ અલ્પ પ્રમાણમાં રાસાયણિક ક્રિયાશીલતા દર્શાવે છે તેથી, આપણે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતાને સંપૂર્ણ ભરાયેલ સંયોજકતા કક્ષા પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિ તરીકે સમજી શકીએ.

ચાલો આપણે નિષ્ક્રિય વાયુઓ અને કેટલીક ધાતુઓ તેમજ અધાતુઓની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના પર એક નજર કરીએ.

આપણે કોષ્ટક 3.3 પરથી જોઈ શકીએ છીએ કે સોડિયમ પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં એક ઇલેક્ટ્રૉન છે. જો તે તેની M કક્ષામાંથી ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવે તો હવે L કક્ષા સ્થાયી અષ્ટક રચના ધરાવે છે. આ પરમાણુના કેન્દ્ર પાસે હજી પણ 11 પ્રોટોન છે, પરંતુ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા 10 થઈ જશે, તેથી ત્યાં અસરકારક ધનભાર થશે જે આપણને સોડિયમ ધનાયન Na^+ આપે છે જ્યારે બીજી તરફ ક્લોરિનની બાહ્યતમ કક્ષામાં સાત ઇલેક્ટ્રૉન છે અને તેને તેનું અષ્ટક પૂર્ણ કરવા માટે વધુ

કોષ્ટક 3.3 કેટલાંક તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના

તત્ત્વનો પ્રકાર	તત્ત્વ	પરમાણ્વીય ક્રમાંક	કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા			
			K	L	M	N
નિષ્ક્રિય (ઉમદા) વાયુઓ	હિલિયમ (He)	2	2			
	નિયોન (Ne)	10	2	8		
	આર્ગોન (Ar)	18	2	8	8	
ધાતુઓ	સોડિયમ (Na)	11	2	8	1	
	મૅગ્નેશિયમ (Mg)	12	2	8	2	
	ઍલ્યુમિનિયમ (Al)	13	2	8	3	
	પોટૅશિયમ (K)	19	2	8	8	1
	કૅલ્શિયમ (Ca)	20	2	8	8	2
અધાતુઓ	નાઇટ્રોજન (N)	7	2	5		
	ઑક્સિજન (O)	8	2	6		
	ફ્લોરિન (F)	9	2	7		
	ફૉસ્ફરસ (P)	15	2	8	5	
	સલ્ફર (S)	16	2	8	6	
	ક્લોરિન (Cl)	17	2	8	7	

એક ઇલેક્ટ્રૉનની જરૂર છે. જો સોડિયમ અને ક્લોરિન પ્રક્રિયા કરે ત્યારે સોડિયમ દ્વારા ગુમાવાતો ઇલેક્ટ્રૉન ક્લોરિન દ્વારા મેળવી લેવાય છે. ઇલેક્ટ્રૉન મેળવ્યા બાદ ક્લોરિન પરમાણુ એકમ ઋણ ભાર પ્રાપ્ત કરે છે, કારણ કે તેના કેન્દ્રમાં 17 પ્રોટૉન હોય છે અને તેના K, L અને M કક્ષાઓમાં 18 ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. તે આપણને ક્લોરિન એનાયન Cl^- આપે છે. તેથી આ બંને તત્ત્વો તેમની વચ્ચે નીચે પ્રમાણેનો આપ-લેનો સંબંધ ધરાવે છે :

$$\underset{2,8,1}{Na} \rightarrow \underset{2,8}{Na^+} + e^-$$

(સોડિયમ ધનાયન)

$$\underset{2,8,7}{Cl} + e^- \rightarrow \underset{2,8,8}{Cl^-}$$

(ક્લોરાઇડ ઋણાયન)

આકૃતિ 3.5 સોડિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

સોડિયમ અને ક્લોરાઇડ આયનો વિરુદ્ધ ભારવાળા હોવાથી એકબીજાને આકર્ષે છે અને સ્થિર વિદ્યુત આકર્ષણ બળથી જકડાઈને સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl) સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. અત્રે તે નોંધવા યોગ્ય છે કે સોડિયમ ક્લોરાઇડ અણુ સ્વરૂપે નહિ પરંતુ વિરુદ્ધ ભારવાળા આયનોના સમુચ્ચય સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

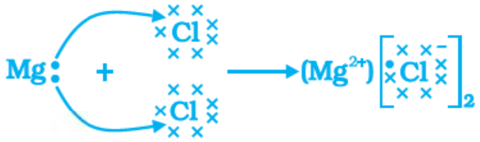
ચાલો, આપણે વધુ એક આયનીય સંયોજન મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ જોઈએ (આકૃતિ 3.6).

$$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$
2,8,2   2,8

(મૅગ્નેશિયમ ધનાયન)

$$Cl \quad + e^- \longrightarrow Cl^-$$
2,8,7   2,8,8

(ક્લોરાઈડ ઋણાયન)

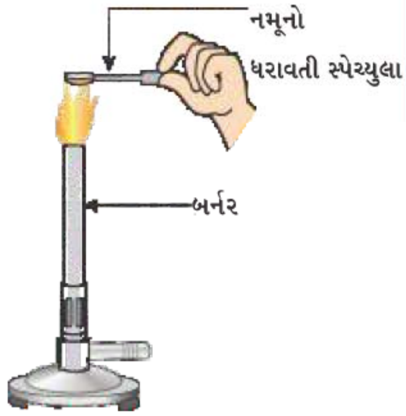


આકૃતિ 3.6 મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ

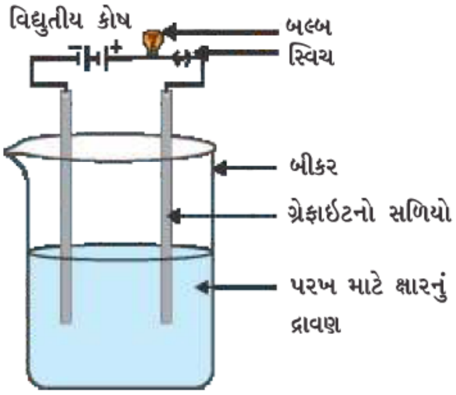
આ પ્રકારે ધાતુમાંથી અધાતુમાં ઇલેક્ટ્રૉનની આપ-લે દ્વારા નિર્માણ પામતાં સંયોજનો આયનીય સંયોજનો (Ionic Compounds) અથવા વિદ્યુતસંયોજક સંયોજનો (Electrovalent componds) તરીકે ઓળખાય છે. શું તમે $MgCl_2$માં હાજર રહેલા ધનાયન અને ઋણાયનનાં નામ આપી શકશો ?

3.3.1 આયનીય સંયોજનના ગુણધર્મો (Properties of Ionic Compounds)

આયનીય સંયોજનોના ગુણધર્મો શીખવા માટે, ચાલો, આપણે નીચે પ્રમાણેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :



આકૃતિ 3.7
ક્ષારના નમૂનાને ચમચી પર ગરમ કરવો



આકૃતિ 3.8
ક્ષારના દ્રાવણની વાહકતા ચકાસવી

પ્રવૃત્તિ 3.13

- વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંથી સોડિયમ ક્લોરાઇડ, પોટૅશિયમ આયોડાઇડ, બેરિયમ ક્લોરાઇડ અથવા અન્ય કોઈ ક્ષારના નમૂના લો.
- આ ક્ષારોની ભૌતિક અવસ્થા શું છે ?
- ધાતુની ચમચી પર અલ્પ માત્રામાં નમૂના લો અને જ્યોત પર સીધેસીધા જ ગરમ કરો (આકૃતિ 3.7) અન્ય નમૂનાઓ સાથે આ જ પ્રક્રિયાનું પુનરાવર્તન કરો.
- તમે શું અવલોકન કર્યું ? શું નમૂનાઓ જ્યોતને કોઈ રંગ આપે છે ? શું આ સંયોજનો પીગળે છે ?
- નમૂનાઓને પાણીમાં, પેટ્રોલમાં અને કેરોસીનમાં ઓગાળવાનો પ્રયત્ન કરો. શું તેઓ દ્રાવ્ય થાય છે ?
- આકૃતિ 3.8માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુતપરિપથ બનાવો અને કોઈ ક્ષારના દ્રાવણમાં વિદ્યુતધ્રુવો (electrodes) દાખલ કરો. તમે શું અવલોકન કર્યું ? અન્ય ક્ષારના નમૂનાઓને પણ આ જ રીતે ચકાસો.
- આ સંયોજનોની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) વિશે તમારું શું અનુમાન છે ?

કોષ્ટક 3.4 : કેટલાંક આયનીય સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

આયનીય સંયોજન	ગલનબિંદુ (K)	ઉત્કલનબિંદુ (K)
NaCl	1074	1686
LiCl	887	1600
$CaCl_2$	1045	1900
CaO	2850	3120
$MgCl_2$	981	1685

તમે આયનીય સંયોજનોના નીચે પ્રમાણેના સામાન્ય ગુણધર્મોનું અવલોકન કરેલું છે –

(i) ભૌતિક સ્વભાવ : ધન અને ઋણ આયનો વચ્ચે પ્રબળ આકર્ષણ બળ હોવાના કારણે આયનીય સંયોજનો ઘન અને થોડાં સખત હોય છે. આ સંયોજનો સામાન્ય રીતે બરડ (brittle) હોય છે અને દબાણ આપતાં તૂટીને ટુકડા થઈ જાય છે.

(ii) ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ : આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે (જુઓ કોષ્ટક 3.4). પ્રબળ આંતર આયનીય આકર્ષણને તોડવા માટે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઊર્જાની જરૂર પડે છે તેના કારણે આમ બને છે.

(iii) દ્રાવ્યતા : વિદ્યુતસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે પાણીમાં દ્રાવ્ય તેમજ કેરોસીન, પેટ્રોલ વગેરે જેવા દ્રાવકોમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.

(iv) વિદ્યુતનું વહન : દ્રાવણમાંથી થતું વિદ્યુતનું વહન વીજભારિત કણોની ગતિશીલતાના કારણે થાય છે. પાણીમાં બનાવેલું આયનીય સંયોજનનું દ્રાવણ આયનો ધરાવે છે કે જે દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં વિરુદ્ધ વિદ્યુતધ્રુવો તરફ સ્થળાંતર પામે છે. ઘન અવસ્થામાં આયનીય સંયોજનો વિદ્યુતનું વહન કરતાં નથી કારણ કે, ઘનમાં તેમના બંધારણ દૃઢ હોવાથી આયનોનું સ્થળાંતર શક્ય બનતું નથી. પરંતુ આયનીય સંયોજનો પીગળેલી અવસ્થામાં વિદ્યુતનું વહન કરે છે. ઉષ્માના કારણે વિરુદ્ધ વીજભાર ધરાવતાં આયનો વચ્ચે સ્થિરવિદ્યુતીય આકર્ષણ બળો નિર્બળ બનતા પીગળેલી અવસ્થામાં આવું શક્ય બને છે. આમ, આયનો આસાનીથી સ્થળાંતર કરી શકે છે અને વિદ્યુતનું વહન કરે છે.

પ્રશ્નો

1. (i) સોડિયમ, ઑક્સિજન અને મૅગ્નેશિયમ માટે ઇલેક્ટ્રૉન-બિંદુની રચના લખો.
   (ii) ઇલેક્ટ્રૉનના સ્થાનાંતરણ દ્વારા Na_2O અને MgOનું નિર્માણ દર્શાવો.
   (iii) આ સંયોજનોમાં કયાં આયનો હાજર છે ?
2. આયનીય સંયોજનો શા માટે ઊંચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે ?

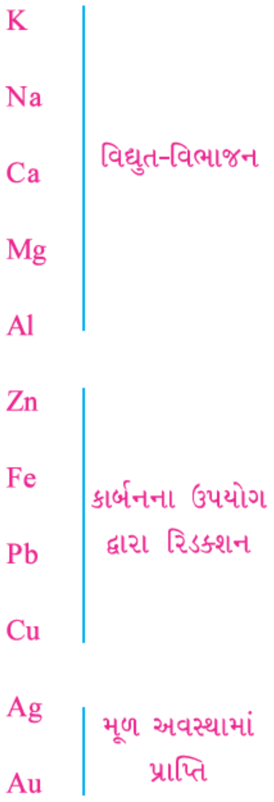
3.4 ધાતુઓની પ્રાપ્તિ (Occurrence of Metals)

M2Q3J6

પૃથ્વીનું ભૂપૃષ્ઠ (પોપડો) ધાતુઓનો મોટો સ્રોત છે. દરિયાનું પાણી પણ સોડિયમ ક્લોરાઇડ, મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ વગેરે જેવા દ્રાવ્ય ક્ષારો ધરાવે છે જે તત્ત્વો કે સંયોજનો પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી કુદરતી રીતે મળે છે તેને ખનીજો કહે છે. કેટલીક જગ્યાએ ખનીજો કોઈ ચોક્કસ ધાતુનું ઘણું ઊંચું ટકાવાર પ્રમાણ ધરાવે છે અને તેમાંથી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ લાભદાયી હોઈ શકે છે. (તેમાંથી ધાતુ લાભદાયી રીતે નિષ્કર્ષિત કરી શકાય છે.) આવી ખનીજોને કાચીધાતુ (અયસ્ક)(ores) કહે છે.

3.4.1 ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extraction of Metals)

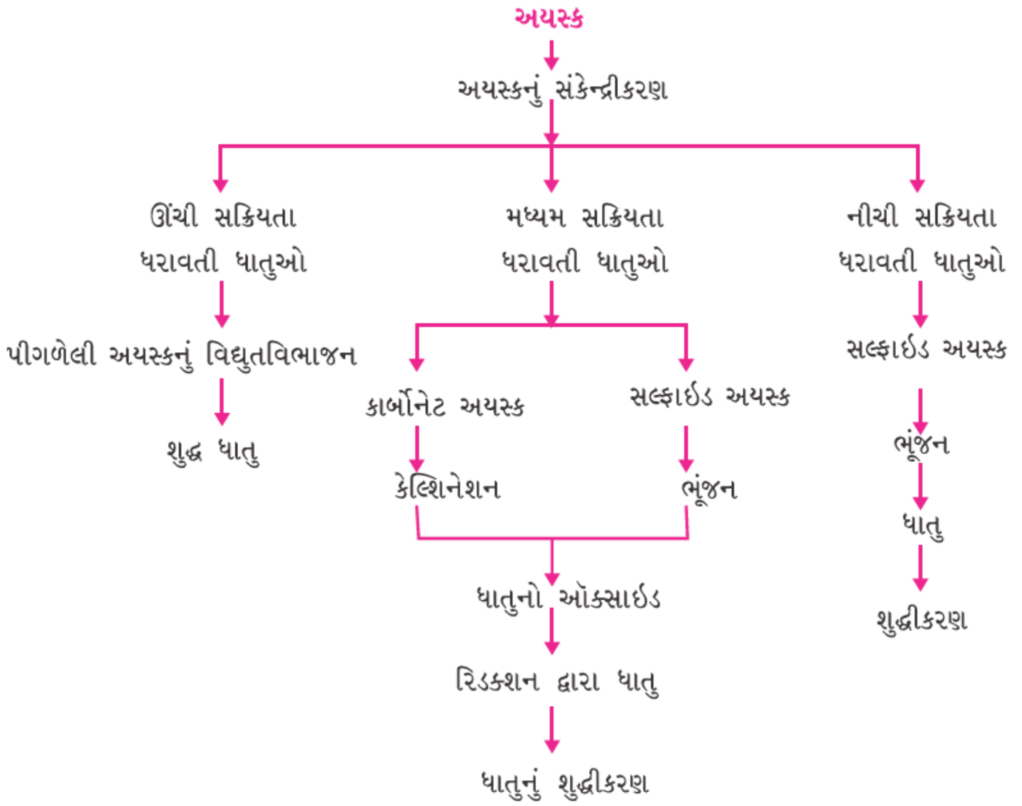
તમે ધાતુઓની સક્રિયતા શ્રેણી વિશે શીખી ગયાં છો. તે જાણતા હોવાથી તમે આસાનીથી સમજી શકશો કે કાચી ધાતુમાંથી કેવી રીતે ધાતુ નિષ્કર્ષિત થાય છે. કેટલીક ધાતુઓ પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. કેટલીક તેમનાં સંયોજનોના રૂપમાં મળે છે. સક્રિયતા શ્રેણીમાં તળિયે રહેલી ધાતુઓ સૌથી ઓછી સક્રિય છે.



આકૃતિ 3.9
સક્રિયતા શ્રેણી અને સંબંધિત ધાતુકર્મ વિધિ

તે ઘણી વાર મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. ઉદાહરણ તરીકે સોનું, ચાંદી, પ્લેટિનમ અને કૉપર મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. કૉપર અને સિલ્વર તેમની સલ્ફાઇડ અથવા ઑક્સાઇડ અયસ્ક (કાચી ધાતુ) સ્વરૂપે સંયોજિત અવસ્થામાં પણ મળે છે. સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓ (K, Na, Ca, Mg અને Al) એટલી હદે સક્રિય છે કે તે ક્યારેય કુદરતમાં મુક્ત તત્ત્વો રૂપે મળતી નથી. સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓ (Zn, Fe, Pb વગેરે) મધ્યમ સક્રિય છે. તે પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાં ઑક્સાઇડ, સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટ સ્વરૂપે મળે છે. તમે જોશો કે ઘણી ધાતુઓની અયસ્ક ઑક્સાઇડ હોય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે ઑક્સિજન ખૂબ જ સક્રિય તત્ત્વ છે અને પૃથ્વી પર વિપુલ પ્રમાણમાં મળે છે.

આમ, સક્રિયતાના આધારે આપણે ધાતુઓને નીચે દર્શાવેલ ત્રણ પ્રકારમાં વર્ગીકૃત કરી શકીએ (આકૃતિ 3.9). (i) નીચી સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓ (ii) મધ્યમ સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓ (iii) ઊંચી સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓ. દરેક પ્રકારમાં રહેલી ધાતુઓ મેળવવા માટે અલગ-અલગ તકનિકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. અયસ્કમાંથી શુદ્ધ ધાતુઓના નિષ્કર્ષણમાં કેટલાંક સોપાનોનો સમાવેશ કરવામાં આવેલ છે. આ સોપાનોનો સારાંશ આકૃતિ 3.10માં આપેલ છે. નીચે દર્શાવેલ વિભાગોમાં દરેક સોપાનને વિસ્તૃત રીતે સમજાવેલ છે.



આકૃતિ 3.10 અયસ્કમાંથી ધાતુઓના નિષ્કર્ષણમાં સમાવિષ્ટ સોપાન

3.4.2 અયસ્કોની સમૃદ્ધિ (ધનિકતા) (Enrichment of Ores)

પૃથ્વીમાંથી ખોદીને બહાર કાઢેલી અયસ્કો સામાન્ય રીતે મોટા પ્રમાણમાં અશુદ્ધિઓ જેવી કે માટી, રેતી વગેરેથી દૂષિત હોય છે જેને ગેંગ કહે છે. ધાતુના નિષ્કર્ષણ પૂર્વે તેમાંથી અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી જરૂરી છે.

અયસ્ક ગેંગને દૂર કરવા માટે વપરાતી પદ્ધતિઓનો આધાર ગેંગ અને અયસ્કના ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચે રહેલા તફાવત પર રહેલો છે. તે પ્રમાણે અલગ-અલગ અલગીકરણ તકનીકો અપનાવવામાં આવે છે.

3.4.3 સક્રિયતા શ્રેણીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

(Extracting Metals Low in the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ નિષ્ક્રિય હોય છે. આ ધાતુઓના ઑક્સાઇડને માત્ર ગરમ કરીને તેનું રિડક્શન થઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે સિન્નાબાર (HgS) જે મરક્યુરિની કાચી ધાતુ છે. જ્યારે તેને હવામાં ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે પ્રથમ તે મરક્યુરિક ઑક્સાઇડ (HgO)માં ફેરવાય છે ત્યાર બાદ મરક્યુરિક ઑક્સાઇડ વધુ ગરમ કરતા તેનું મરક્યુરિમાં રિડક્શન થાય છે.

$$2HgS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2HgO(s) + 2SO_2(g)$$

$$2HgO(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2Hg(l) + O_2(g)$$

તેવી જ રીતે કૉપર જે કુદરતમાં Cu_2S સ્વરૂપે તેના અયસ્ક તરીકે મળે છે તેને હવામાં ગરમ કરવાથી કૉપર મેળવી શકાય છે.

$$2Cu_2S + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2Cu_2O(s) + 2SO_2(g)$$

$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 6Cu(s) + SO_2(g)$$

3.4.4 સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

(Extracting Metals in the Middle of the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓ જેવી કે લોખંડ, ઝિંક, સીસું, કૉપર વગેરે મધ્યમ પ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે. તે સામાન્ય રીતે કુદરતમાં સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટ રૂપે મળે છે. ધાતુને તેના સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટમાંથી મેળવવા કરતાં તેના ઑક્સાઇડમાંથી મેળવવી વધુ સરળ હોય છે. તેથી રિડક્શન કરતાં પહેલાં ધાતુ સલ્ફાઇડ અને કાર્બોનેટને ધાતુ ઑક્સાઇડમાં ફેરવવા ખૂબ જરૂરી છે. સલ્ફાઇડ કાચી ધાતુને વધુ પ્રમાણમાં હવાની હાજરીમાં સખત ગરમ કરતાં તે ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પદ્ધતિને ભૂંજન (roasting) કહે છે. કાર્બોનેટ કાચી ધાતુને મર્યાદિત પ્રમાણમાં હવાની હાજરીમાં સખત ગરમ કરતાં તે ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પદ્ધતિને કેલ્શિનેશન (Calcination) કહે છે. ઝિંક અયસ્કના ભૂંજન અને કેલ્શિનેશન દરમિયાન થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

ભૂંજન : $2ZnS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$

કેલ્શિનેશન : $ZnCO_3(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} ZnO(s) + CO_2(g)$

ત્યાર બાદ ધાતુ ઑક્સાઇડનું યોગ્ય રિડક્શનકર્તા જેવા કે કાર્બન વડે અનુરૂપ ધાતુમાં રિડક્શન કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઝિંક ઑક્સાઇડને કાર્બન સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે ધાત્વીય ઝિંકમાં રિડક્શન પામે છે.

$$ZnO(s) + C(s) \rightarrow Zn(s) + CO(g)$$

તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં સમજાવેલી ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયાથી પહેલેથી જ વાકેફ છો. ધાતુઓને તેમનાં સંયોજનોમાંથી મેળવવી એ પણ રિડક્શન પ્રક્રિયા છે.

કાર્બન(કોક)નો ઉપયોગ કરી ધાતુ ઑક્સાઇડનું ધાતુમાં રિડક્શન કરવા સિવાય કેટલીક વખત વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ખૂબ જ સક્રિય ધાતુઓ જેવી કે સોડિયમ, કેલ્શિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ વગેરે રિડક્શનકર્તા તરીકે વપરાય છે, કારણ કે તે નીચી

સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓને તેમનાં સંયોજનોમાંથી વિસ્થાપિત કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડને ઍલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા થાય છે :

$$3MnO_2(s) + 4Al(s) \rightarrow 3Mn(l) + 2Al_2O_3(s) + \text{ઉષ્મા}$$

શું તમે એવા પદાર્થોની ઓળખ કરી શકો કે જે ઑક્સિડેશન અથવા રિડક્શન પામે છે ?

આકૃતિ 3.11
રેલવેના પાટા જોડવા માટેની થર્મિટ પ્રક્રિયા

આ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ ખૂબ વધુ ઉષ્માક્ષેપક હોય છે. ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનું પ્રમાણ એટલી હદે વધુ હોય છે કે ઉત્પન્ન થતી ધાતુ પીગળેલી અવસ્થામાં મળી છે. વાસ્તવમાં આર્યન (III) ઑક્સાઇડ (Fe_2O_3)ની ઍલ્યુમિનિયમ સાથેની પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ રેલવેના પાટા અથવા તિરાડ પડેલા મશીનના ભાગો જોડવામાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા થર્મિટ પ્રક્રિયા (Thermit Reaction) તરીકે ઓળખાય છે.

$$Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow 2Fe(l) + Al_2O_3(s) + \text{ઉષ્મા}$$

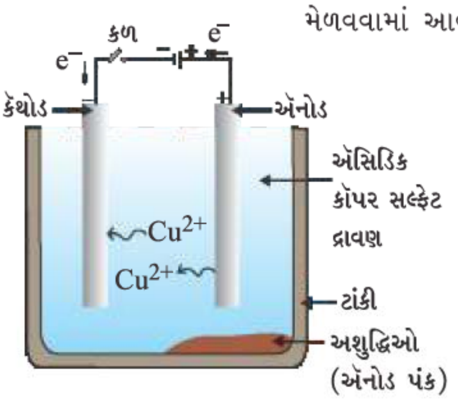
3.4.5 સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extracting Metals towards the Top of the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ સક્રિય હોય છે. તેમનાં સંયોજનોને કાર્બન સાથે ગરમ કરવાથી તેને મેળવી શકાતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, કાર્બન વડે સોડિયમ, મૅગ્નેશિયમ, કૅલ્શિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ વગેરેના ઑક્સાઇડનું તેમની અનુરૂપ ધાતુઓમાં રિડક્શન કરી શકાતું નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે ધાતુઓનું ઑક્સિજન પ્રત્યેનું આકર્ષણ કાર્બન કરતાં વધુ હોય છે. આ ધાતુઓ વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન (Electrolytic Reduction) દ્વારા મેળવાય છે. ઉદાહરણ તરીકે સોડિયમ, મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમને તેમના પિગાળેલા ક્લોરાઇડના વિદ્યુતવિભાજન દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. ધાતુઓ કૅથોડ (ઋણ વીજભારિત વિદ્યુતધ્રુવ) પર જમા થાય છે, જ્યારે ક્લોરિન ઍનોડ (ધન વીજભારિત વિદ્યુતધ્રુવ) પર જમા થાય છે. પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે છે :

કૅથોડ પર : $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

ઍનોડ પર : $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

તેવી જ રીતે ઍલ્યુમિનિયમને ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડના વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 3.12
કૉપરનું વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન. ઍસિડિક કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ વિદ્યુતવિભાજ્ય છે. ઍનોડ અશુદ્ધ કૉપર છે જ્યારે કૅથોડ શુદ્ધ કૉપરની પટ્ટી છે. વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં, કૅથોડ પર શુદ્ધ કૉપર જમા થાય છે

3.4.6 ધાતુઓનું શુદ્ધીકરણ (Refining of Metals)

ઉપર વર્ણવેલ વિવિધ રિડક્શન જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતી ધાતુઓ સંપૂર્ણપણે શુદ્ધ હોતી નથી. તેઓ અશુદ્ધિ ધરાવે છે કે જેને શુદ્ધ ધાતુઓ મેળવવા માટે દૂર કરવી જરૂરી છે. અશુદ્ધ ધાતુઓના શુદ્ધીકરણ માટે સૌથી વ્યાપક પ્રમાણમાં વપરાતી પદ્ધતિ વિદ્યુત- વિભાજનીય શુદ્ધીકરણ છે.

વિદ્યુતવિભાજનીય શુદ્ધીકરણ (Electrolytic Refining) : અનેક ધાતુઓ જેવી કે કૉપર, ઝિંક, ટિન, નિકલ, ચાંદી, સોનું વગેરે વિદ્યુતવિભાજનીય રીતે મેળવાય છે. આ પ્રક્રમમાં અશુદ્ધ ધાતુનો ઍનોડ અને શુદ્ધ ધાતુની પાતળી પટ્ટીનો કૅથોડ બનાવવામાં આવે છે. ધાતુ ક્ષારના દ્રાવણનો વિદ્યુતવિભાજ્ય (Electrolyte) તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સાધનોની ગોઠવણી આકૃતિ 3.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કરવામાં આવે છે. વિદ્યુતવિભાજ્યમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં, ઍનોડમાંથી શુદ્ધ ધાતુ વિદ્યુતવિભાજ્યમાં ઓગળે છે. વિદ્યુતવિભાજ્યમાંથી સમતુલ્ય પ્રમાણમાં શુદ્ધ ધાતુ કૅથોડ પર જમા થાય છે. દ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ દ્રાવણમાં જાય છે, જ્યારે

અદ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ ઍનોડના તળિયે નિક્ષેપિત (જમા) થાય છે, તેને ઍનોડ પંક (Anode mud) કહેવાય છે.

પ્રશ્નો

1. નીચેનાં પદોને વ્યાખ્યાયિત કરો :
   (i) ખનીજ (ii) કાચી ધાતુ (અયસ્ક) (iii) ગૅંગ
2. કુદરતમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળતી બે ધાતુઓનાં નામ આપો.
3. ધાતુને તેના ઑક્સાઇડમાંથી મેળવવા માટે કઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા વપરાય છે ?

3.5 ક્ષારણ (Corrosion)

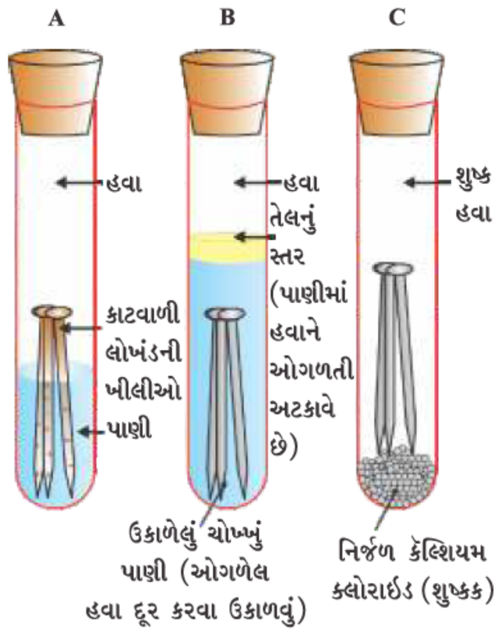
તમે પ્રકરણ 1માં ક્ષારણ વિશે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં છો –

- ચાંદીની વસ્તુઓને હવામાં ખુલ્લી રાખતાં થોડા સમય બાદ તે કાળી પડી જાય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, તે હવામાંના સલ્ફર સાથે પ્રક્રિયા કરી સિલ્વર સલ્ફાઇડનું સ્તર બનાવે છે.
- કૉપર હવામાંના ભેજયુક્ત કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ધીરે-ધીરે તેનો ચમકદાર કથ્થાઈ રંગ ગુમાવીને લીલું સ્તર પ્રાપ્ત કરે છે. આ લીલો પદાર્થ કૉપર કાર્બોનેટ છે.
- લોખંડને ભેજવાળી હવામાં લાંબો સમય ખૂલ્લું રાખતા તેની પર કથ્થાઈ પદાર્થનો થર જામે છે, તેને કાટ (rust) કહે છે.

ચાલો, આપણે એવી પરિસ્થિતિઓ શોધી કાઢીએ કે જેમાં લોખંડને કાટ લાગે છે.

પ્રવૃત્તિ 3.14

- ત્રણ કસનળી લો અને દરેકમાં લોખંડની ખીલી મૂકો.
- આ કસનળીઓને A, B અને C ચિહ્નિત કરો. કસનળી Aમાં થોડું પાણી ઉમેરીને તેને બૂચ લગાવો.
- કસનળી Bમાં ઉકાળેલું શુદ્ધ પાણી ઉમેરો. આશરે 1 mL તેલ ઉમેરીને તેને બૂચ લગાવો. તેલ પાણી પર તરશે અને હવાને પાણીમાં ઓગળતી અટકાવશે.
- કસનળી Cમાં થોડો નિર્જળ કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ લો અને તેને બૂચ લગાવો. જો હવામાં ભેજ હશે તો નિર્જળ કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ ભેજ શોષી લેશે. થોડા દિવસો સુધી આ કસનળીઓને મૂકી રાખો અને પછી અવલોકન કરો (આકૃતિ 3.13).



આકૃતિ 3.13

કઈ પરિસ્થિતિઓમાં લોખંડને કાટ લાગે છે તેની તપાસ કરવી. કસનળી Aમાં હવા અને પાણી બંને હાજર છે. કસનળી Bમાં પાણીમાં હવા ઓગળેલી નથી. કસનળી Cમાં હવા શુષ્ક છે.

તમે અવલોકન કરશો કે કસનળી Aમાં લોખંડની ખીલીઓ કટાય છે, પરંતુ કસનળી B અને Cમાં તે કટાતી નથી. કસનળી Aમાં ખીલીઓ હવા અને પાણી બંનેના સંપર્કમાં આવે છે. કસનળી B માં ખીલીઓ માત્ર પાણીના સંપર્કમાં આવે છે અને કસનળી Cમાં ખીલીઓ સૂકી હવાના સંપર્કમાં આવે છે. એવી પરિસ્થિતિઓ કે જેમાં લોખંડની વસ્તુઓને કાટ લાગે છે તેના વિશે તે આપણને શું કહે છે ?

3.5.1 ક્ષારણનો અટકાવ (Prevention of Corrosion)

રંગ કરીને, તેલ લગાવીને, ગ્રીઝ લગાવીને, ગૅલ્વેનાઇઝિંગ કરીને, ક્રોમ પ્લેટિંગ કરીને, એનોડીકરણ દ્વારા અથવા મિશ્રધાતુઓ બનાવીને લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવી શકાય છે.

સ્ટીલ અને લોખંડને કાટ સામે રક્ષણ આપવા માટે તેમની પર ઝિંકનું પાતળું સ્તર લગાવવાની પદ્ધતિ ગૅલ્વેનાઇઝેશન છે. જો ઝિંકનું સ્તર તૂટી જાય તોપણ ગૅલ્વેનાઇઝ્ડ વસ્તુનું કાટ સામે રક્ષણ થાય છે. શું તમે તેનું કારણ આપી શકો છો ?

મિશ્રધાતુ બનાવવી (Alloying) એ ધાતુના ગુણધર્મોમાં સુધારા કરવા માટેની વધુ સારી પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિથી આપણે ઇચ્છિત ગુણધર્મો મેળવી શકીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, લોખંડ વ્યાપક પ્રમાણમાં ઉપયોગમાં લેવાતી ધાતુ છે, પરંતુ તે ક્યારેય શુદ્ધ અવસ્થામાં વપરાતી નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે શુદ્ધ લોખંડ ખૂબ જ નરમ હોય છે અને ગરમ હોય ત્યારે સહેલાઈથી ખેંચી શકાય તેવું હોય છે. પરંતુ જો તેને કાર્બનના થોડા પ્રમાણ (આશરે 0.05 %) સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો તે સખત અને મજબૂત બને છે. જ્યારે લોખંડને નિકલ અને ક્રોમિયમ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે આપણે સ્ટેનલેસ સ્ટીલ મેળવી શકીએ છીએ કે જે સખત હોય છે અને તેને કાટ લાગતો નથી. આમ, લોખંડને બીજા કેટલાક પદાર્થો સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો, તેના ગુણધર્મો બદલાય છે. વાસ્તવમાં કોઈ પણ ધાતુને જો બીજા કોઈ પદાર્થ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો તેના ગુણધર્મો બદલી શકાય છે. ઉમેરવામાં આવતો પદાર્થ ધાતુ અથવા અધાતુ હોઈ શકે છે. મિશ્રધાતુ (Alloy) એ બે કે તેથી વધુ ધાતુઓ અથવા ધાતુ અને અધાતુનું સમાંગ (homogeneous) મિશ્રણ છે. સૌ પ્રથમ પ્રાથમિક ધાતુને પીગાળીને ત્યાર બાદ નિશ્ચિત પ્રમાણમાં અન્ય તત્ત્વો તેમાં ઓગાળીને તૈયાર કરવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ તેને ઓરડાના તાપમાને ઠંડી પાડવામાં આવે છે.

શું તમે જાણો છો ?

શુદ્ધ સોનું, 24 કૅરેટ સોના તરીકે ઓળખાય છે અને ખૂબ જ નરમ હોય છે તેથી તે ઘરેણાં બનાવવા માટે યોગ્ય નથી. તેને સખત બનાવવા માટે તેને ચાંદી કે કૉપર સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે ભારતમાં 22 કૅરેટ સોનાના દાગીના બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે તેનો અર્થ એ થાય કે 22 ભાગ શુદ્ધ સોનું, 2 ભાગ કૉપર કે ચાંદી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે.

જો ધાતુઓ પૈકીની એક મરક્યુરિ હોય તો તે મિશ્રધાતુને સંરસ (amalgam) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. મિશ્રધાતુની વિદ્યુતવાહકતા અને ગલનબિંદુ શુદ્ધ ધાતુઓ કરતાં ઓછા હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે પિત્તળ (કૉપર અને ઝિંકની મિશ્રધાતુ (Cu અને Zn)) અને બ્રોન્ઝ (કૉપર અને ટીનની મિશ્રધાતુ (Cu અને Sn)) વિદ્યુતના સારા વાહકો નથી જ્યારે કૉપર વિદ્યુતીય પરિપથ બનાવવા વપરાય છે. સોલ્ડર (Solder) સીસું અને ટીનની મિશ્રધાતુ (Pb અને Sn) છે, જે નીચું ગલનબિંદુ ધરાવે છે અને વિદ્યુતીય તારનું એકબીજા સાથે વેલ્ડિંગ (રેણ) કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

દિલ્લીમાં આવેલો લોહસ્તંભ

વધુ જાણવા જેવું !

પ્રાચીન ભારતીય ધાતુકર્મ વિધિની અજાયબી

1600 કરતાં વધુ વર્ષો પહેલાં ભારતના લોખંડ કામદારો દ્વારા દિલ્લીમાં કુતુબમિનાર પાસે લોહસ્તંભ બંધાયો હતો. તેઓએ એક પદ્ધતિ વિકસાવી કે જે લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવતી હતી. તેના ક્ષારણ પ્રતિકારકતાના ગુણ માટે થઈને દુનિયાના તમામ ખૂણાના વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા તેને ચકાસવામાં આવેલ છે. લોહસ્તંભ 8 m ઊંચો અને 6 ટન (6000 kg) વજનનો છે.

પ્રશ્નો

1. ઝિંક, મૅગ્નેશિયમ અને કૉપરના ધાતુ ઑક્સાઇડો નીચે દર્શાવેલ ધાતુઓ સાથે ગરમ કરવામાં આવ્યા :

ધાતુ	ઝિંક	મૅગ્નેશિયમ	કૉપર
ઝિંક ઑક્સાઇડ			
મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ			
કૉપર ઑક્સાઇડ			

કયા કિસ્સામાં તમે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થતી જોઈ શકો છો ?

2. કઈ ધાતુઓ આસાનીથી કટાતી નથી ?
3. મિશ્રધાતુઓ એટલે શું ?

તમે શીખ્યાં કે

- તત્ત્વોને ધાતુઓ અને અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- ધાતુઓ ચમકદાર (lustrous), ટિપનીય (malleable), તનનીય (ductile) અને ઉષ્મા તેમજ વિદ્યુતના સારા વાહકો છે. તેઓ ઓરડાના તાપમાને ઘન હોય છે સિવાય કે મરક્યુરિ જે પ્રવાહી છે.
- ધાતુઓ અધાતુઓને ઇલેક્ટ્રૉન આપીને ધનાયન બનાવી શકે છે.
- ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને બેઝિક ઑક્સાઇડ બનાવે છે. ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ અને ઝિંક ઑક્સાઇડ બેઝિક તેમજ ઍસિડિક ઑક્સાઇડ એમ બંનેના ગુણધર્મો દર્શાવે છે. આ ઑક્સાઇડ ઊભયગુણી (amphoteric) ઑક્સાઇડ તરીકે ઓળખાય છે.
- જુદી-જુદી ધાતુઓની પાણી અને મંદ ઍસિડ સાથે સક્રિયતા જુદી-જુદી હોય છે.
- સામાન્ય ધાતુઓની તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવેલી યાદીને સક્રિયતા શ્રેણી તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.
- સક્રિયતા શ્રેણીમાં હાઇડ્રોજનની ઉપર રહેલી ધાતુઓ મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે.
- વધુ સક્રિય ધાતુ તેનાથી ઓછી સક્રિય ધાતુને તેના ક્ષારના દ્રાવણમાંથી વિસ્થાપિત કરે છે.
- કુદરતમાં ધાતુઓ મુક્ત તત્ત્વો અથવા તેના સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મળી આવે છે.
- કાચી ધાતુમાંથી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ અને ત્યાર બાદ તેમના ઉપયોગ માટે તેમનું શુદ્ધીકરણ, ધાતુકર્મ વિધિ (metallurgy) તરીકે ઓળખાય છે.
- મિશ્રધાતુ બે કે તેથી વધુ ધાતુઓ કે ધાતુ અને અધાતુનું સમાંગ મિશ્રણ છે.
- કેટલીક ધાતુઓ જેવી કે લોખંડની સપાટી લાંબો સમય ભેજયુક્ત હવાના સંપર્કમાં આવે ત્યારે તેને કાટ લાગે છે. આ ઘટનાને ક્ષારણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.
- અધાતુઓ ધાતુઓ કરતાં વિરુદ્ધ ગુણધર્મો ધરાવે છે. તેઓ નથી ટીપનીય હોતી કે નથી તનનીય. તેઓ ઉષ્મા અને વિદ્યુતની અવાહક હોય છે સિવાય કે ગ્રેફાઇટ જે વિદ્યુતનું વહન કરે છે.

- અધાતુઓ જ્યારે ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને ઋણવીજભારિત આયનો બનાવે છે.
- અધાતુઓ ઑક્સાઇડ બનાવે છે, જે ઍસિડિક અથવા તટસ્થ હોય છે.
- અધાતુઓ મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતી નથી. તેઓ હાઇડ્રોજન સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રાઇડ બનાવે છે.

સ્વાધ્યાય

C5G8D5

1. નીચેની પૈકી કઈ જોડ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ આપે છે ?

(a) NaCl દ્રાવણ અને કૉપર ધાતુ

(b) $MgCl_2$ દ્રાવણ અને ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુ

(c) $FeSO_4$ દ્રાવણ અને ચાંદી ધાતુ

(d) $AgNO_3$ દ્રાવણ અને કૉપર ધાતુ

2. નીચેના પૈકી કઈ પદ્ધતિ લોખંડની સાંતળવાની તવી (Frying Pan)ને કાટ લાગવાથી અટકાવી શકે છે ?

(a) ગ્રીઝ લગાવવાની

(b) રંગ લગાવવાની

(c) ઝિંકનું સ્તર લગાવવાની

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ

3. એક તત્ત્વ ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરી ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતું સંયોજન આપે છે. આ સંયોજન પાણીમાં પણ દ્રાવ્ય છે. આ તત્ત્વ ...... હોઈ શકે.

(a) કૅલ્શિયમ (b) કાર્બન (c) સિલિકોન (d) આયર્ન

4. ખાદ્યપદાર્થના ડબા પર ટીનનું સ્તર લાગે છે નહિં કે ઝિંકનું, કારણ કે

(a) ઝિંક ટીન કરતા મોંઘી છે.

(b) ઝિંક ટીન કરતાં ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવે છે.

(c) ઝિંક ટીન કરતાં વધુ સક્રિય છે.

(d) ઝિંક ટીન કરતાં ઓછી સક્રિય છે.

5. તમને એક હથોડી, બૅટરી, ગોળો, તાર અને સ્વિચ આપેલા છે.

(a) તમે તેમનો ધાતુઓ અને અધાતુ વચ્ચે ભેદ પારખવા કેવી રીતે ઉપયોગ કરી શકશો ?

(b) ધાતુઓ અને અધાતુઓ વચ્ચેની આ પરખ કસોટીઓની ઉપયોગિતાનું મૂલ્યાંકન કરો.

6. ઊભયગુણી ઑક્સાઇડ એટલે શું ? ઊભયગુણી ઑક્સાઇડનાં બે ઉદાહરણો આપો.

7. એવી બે ધાતુઓ જે મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરશે અને બે ધાતુઓ જે આમ ન કરી શકતી હોય તેમનાં નામ આપો.

8. ધાતુ M ના વિદ્યુતવિભાજનીય શુદ્ધીકરણમાં ઍનોડ, કૅથોડ અને વિદ્યુતવિભાજ્ય તરીકે તમે શું લેશો ?

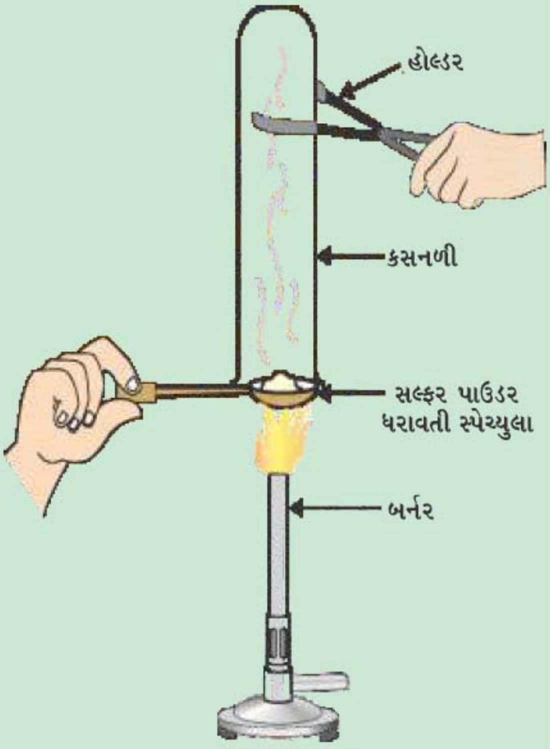
9. પ્રત્યુષે સ્પેચ્યુલા પર સલ્ફર પાઉડર લીધો અને તેને ગરમ કર્યો. નીચેની આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેણે તેની ઉપર કસનળી ઊંધી રાખીને ઉત્પન્ન થતો વાયુ એકત્ર કર્યો.

(a) વાયુની અસર

(i) શુષ્ક લિટમસ પેપર પર શી થશે ?

(ii) ભેજયુક્ત લિટમસ પેપર પર શી થશે ?

(b) પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.



વાયુનું એકત્રીકરણ

10. લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવવાના બે ઉપાય જણાવો.

11. જ્યારે અધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાય ત્યારે બનતા ઑક્સાઇડના પ્રકાર કયા છે ?

12. કારણ આપો :

(a) પ્લેટિનમ, સોનું અને ચાંદી આભૂષણો બનાવવા વપરાય છે.

(b) સોડિયમ, પોટૅશિયમ અને લિથિયમનો તેલમાં સંગ્રહ કરવામાં આવે છે.

(c) ઍલ્યુમિનિયમ ખૂબ જ પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુ છે તેમ છતાં રસોઈનાં વાસણો બનાવવા માટે વપરાય છે.

(d) કાર્બોનેટ અને સલ્ફાઇડ અયસ્ક સામાન્ય રીતે નિષ્કર્ષણ દરમિયાન ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે.

13. તમે ચોક્કસપણે નિસ્તેજ (ઝાંખા) તાંબાનાં વાસણો લીંબુ અથવા આમલીના રસ વડે શુદ્ધ થતાં જોયાં છે. સમજાવો કે શા માટે આવા ખાટા પદાર્થો વાસણો શુદ્ધ કરવા માટે અસરકારક છે ?

14. રાસાયણિક ગુણધર્મોના આધારે ધાતુઓ અને અધાતુઓ વચ્ચે ભેદ પારખો.

15. એક વ્યક્તિ ઘરે-ઘરે સુવર્ણકાર તરીકે જઈને ઊભો રહે છે. તે જૂના અને નિસ્તેજ (ઝાંખા) સોનાનાં ઘરેણાની ચમક પાછી લાવી આપવાનું વચન આપે છે. એક બિનસાવધ ગૃહિણી તેને સોનાની બંગડીઓનો સેટ આપે છે, જેને તેણે એક ખાસ દ્રાવણમાં ડુબાડ્યો. બંગડીઓ નવા જેવી જ ચમકવા લાગી પરંતુ તેના વજનમાં ભારે ઘટાડો થયો. ગૃહિણી ઉદાસ થઈ ગઈ પરંતુ નિરર્થક દલીલ પછી વ્યક્તિ ઉતાવળે ફેરો કરી જતો રહ્યો. શું તમે ગુપ્તચર તરીકે વર્તી તેણે ઉપયોગમાં લીધેલા દ્રાવણનો પ્રકાર શોધી શકશો ?

16. કારણ આપો કે કૉપર ગરમ પાણીની ટાંકી બનાવવા માટે વપરાય છે પરંતુ સ્ટીલ (આયર્નની મિશ્રધાતુ) વપરાતું નથી.

પ્રકરણ 4

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો (Carbon and its Compounds)

અગાઉના પ્રકરણમાં, આપણા માટે અગત્યનાં અનેક સંયોજનો આપણે જાણ્યાં. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલાંક વધુ રસપ્રદ સંયોજનો અને તેના ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કરીશું. આપણે કાર્બન વિશે પણ શીખીશું કે જેનું આપણા માટે તત્ત્વ સ્વરૂપે તેમજ સંયોજિત સ્વરૂપે એમ બંને રીતે ખૂબ જ મહત્ત્વ છે.

પ્રવૃત્તિ 4.1

- સવારથી તમે જે વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરો છો અથવા વાપરો છો તે પૈકીની દસ વસ્તુઓની યાદી બનાવો.
- આ યાદીને તમારા સહાધ્યાયીએ બનાવેલ યાદી સાથે સરખાવો તેમજ વસ્તુઓને બાજુમાં દર્શાવેલ કોષ્ટકમાં વર્ગીકૃત કરો.
- જો વસ્તુઓ એક કરતાં વધુ સામગ્રીની બનેલી હોય તો તેઓને કોષ્ટકના સંબંધિત બંને ખાનાંઓ (Columns)માં મૂકો.

ધાતુની બનેલી વસ્તુઓ	કાચ/માટીની બનેલી વસ્તુઓ	અન્ય

અંતિમ ખાનામાં આવતી વસ્તુઓ તરફ ધ્યાન આપો. તમારા શિક્ષક તમને જણાવશે કે તેમાંથી મોટા ભાગની વસ્તુઓ કાર્બનનાં સંયોજનોમાંથી બનેલી છે. તેની પરખ કરવા માટે તમે કોઈ પદ્ધતિ વિચારી શકો છો ? જો કાર્બનયુક્ત સંયોજનનું દહન કરવામાં આવે તો શું નીપજ મળશે ? શું તમે તેની ખાતરી કરવા માટેની કોઈ કસોટી જાણો છો ?

અન્ન, કપડાં, દવાઓ, પુસ્તકો અથવા અનેક વસ્તુઓ કે જેની તમે યાદી બનાવેલ છે તે તમામ સર્વતોમુખી (Versatile) તત્ત્વ કાર્બન પર આધારિત છે. વધુમાં તમામ સજીવ સંરચનાઓ કાર્બન પર આધારિત છે. પૃથ્વીના પોપડામાં અને વાતાવરણમાં હાજર કાર્બનની માત્રા ખૂબ જ અલ્પ છે. પૃથ્વીનો પોપડો ખનીજો સ્વરૂપે માત્ર 0.02 % કાર્બન ધરાવે છે (જેમકે કાર્બોનેટ, હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ, કોલસો અને પેટ્રોલિયમ) અને વાતાવરણમાં 0.03 % કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ હોય છે. કુદરતમાં આટલી અલ્પ માત્રામાં કાર્બન પ્રાપ્ય હોવા છતાં કાર્બનનું મહત્ત્વ ઘણું છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કાર્બનના એવા ગુણધર્મો જોઈશું કે જે આવી અસામાન્યતા તરફ દોરી જાય છે.

4.1 કાર્બનમાં બંધન–સહસંયોજક બંધ (Bonding in Carbon–The Covalent Bond)

અગાઉના પ્રકરણમાં, આપણે આયનીય સંયોજનોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરેલ છે. આપણે જોયું કે આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે અને દ્રાવણમાં કે પીગળેલી

અવસ્થામાં વિદ્યુતનું વહન કરે છે. આપણે તે પણ જોયું કે આયનીય સંયોજનોમાં બંધનનો સ્વભાવ કેવી રીતે આ ગુણધર્મોની સમજ આપે છે. ચાલો આપણે કેટલાંક કાર્બન સંયોજનોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીએ.

આપણે પ્રકરણ 2માં જોઈ ગયાં તે પ્રમાણે મોટા ભાગનાં કાર્બન સંયોજનો વિદ્યુતના મંદવાહકો છે. કોષ્ટક 4.1માં આપેલી કાર્બન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુ અને ગલનબિંદુની માહિતી પરથી આપણે જાણવા મળે છે કે, આ સંયોજનો આયનીય સંયોજનોની સરખામણીમાં નીચાં ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે. (પ્રકરણ 3). આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ અણુઓ વચ્ચેનાં આકર્ષણ બળો વધુ પ્રબળ નથી. મોટે ભાગે આ સંયોજનો વિદ્યુતના અવાહકો હોય છે, તેથી આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ સંયોજનોમાંના બંધન કોઈ આયનો આપતાં નથી.

કોષ્ટક 4.1 કેટલાંક કાર્બનનાં સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

સંયોજન	ગલન-બિંદુ (K)	ઉત્કલન-બિંદુ (K)
ઍસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH)	290	391
ક્લૉરોફૉર્મ ($CHCl_3$)	209	334
ઈથેનોલ (CH_3CH_2OH)	156	351
મિથેન (CH_4)	90	111

ધોરણ IXમાં આપણે વિવિધ તત્ત્વોની સંયોગીકરણ ક્ષમતા અને તે કેવી રીતે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે તે વિશે શીખી ગયાં. ચાલો, હવે આપણે કાર્બનની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના જોઈએ. કાર્બનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (atomic number) 6 છે. કાર્બનના વિવિધ કોષોમાં ઇલેક્ટ્રૉનની વહેંચણી કેવી રીતે થશે ? કાર્બન કેટલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?

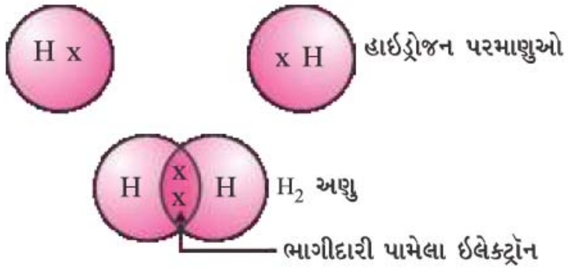
આપણે જાણીએ છીએ કે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતા સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમકક્ષા એટલે કે નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિને આધારે સમજાવી શકાય છે. આયનીય સંયોજનોની રચના કરતાં તત્ત્વો તેઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને કે ગુમાવીને તે પ્રાપ્ત કરે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં તેની બાહ્યતમ કક્ષામાં તે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે તેણે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન મેળવવા અથવા ગુમાવવા જરૂરી છે. જો તેણે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવવા કે ગુમાવવા હોય તો, –

(i) તે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને C^{4-} એનાયન (ઋણાયન) બનાવી શકે છે, પરંતુ છ પ્રોટોન ધરાવતા પરમાણુકેન્દ્ર માટે દસ ઇલેક્ટ્રૉન એટલે કે ચાર વધારાના ઇલેક્ટ્રૉન સમાવવા મુશ્કેલ થઈ શકે છે.

(ii) તે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવીને C^{4+} કેટાયન (ધનાયન) બનાવી શકે છે. પરંતુ ચાર ઇલેક્ટ્રૉન દૂર કરીને તેના પરમાણુ કેન્દ્રમાં છ પ્રોટોન વડે આકર્ષાયેલા માત્ર બે ઇલેક્ટ્રૉનને સમાવતો કાર્બન કેટાયન બનાવવા માટે મોટા પ્રમાણમાં ઊર્જાની જરૂર પડે છે.

કાર્બન બીજા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે અથવા અન્ય તત્ત્વોના પરમાણુઓ સાથે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરીને આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવે છે. માત્ર કાર્બન જ નહિ અન્ય અનેક તત્ત્વો આ પ્રકારે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરીને અણુઓ બનાવે છે. ભાગીદારી પામતા ઇલેક્ટ્રૉન બંને પરમાણુઓની બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે અને બંને પરમાણુઓને નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા તરફ દોરી જાય છે. કાર્બનનાં સંયોજનો તરફ જતાં પહેલાં ચાલો, આપણે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારીથી રચાતા કેટલાક સામાન્ય અણુઓ તરફ નજર કરીએ.

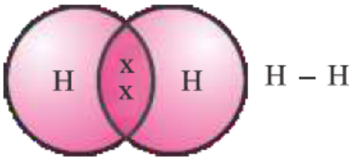
આ પ્રકારે રચાતો સૌથી સાદો અણુ હાઇડ્રોજન છે. તમે પહેલા શીખી ગયાં છો, તે પ્રમાણે હાઇડ્રોજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 1 છે. તેથી હાઇડ્રોજન તેની K કક્ષા(કોશ)માં એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને K કક્ષાને ભરવા માટે તેને વધુ એક ઇલેક્ટ્રૉનની આવશ્યકતા છે. તેથી બે હાઇડ્રોજન



આકૃતિ 4.1
હાઈડ્રોજનનો અણુ

પરમાણુઓ તેમના ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરીને હાઈડ્રોજન અણુ H_2 બનાવે છે. પરિણામે હાઈડ્રોજનનો પ્રત્યેક પરમાણુ તેની નજીકના નિષ્ક્રિય વાયુ હિલિયમ જેવી ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના પ્રાપ્ત કરે છે, જે તેની K કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે. આપણે તેનું નિરૂપણ ટપકાં અથવા ચોકડીઓ કરીને સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન દર્શાવી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.1).

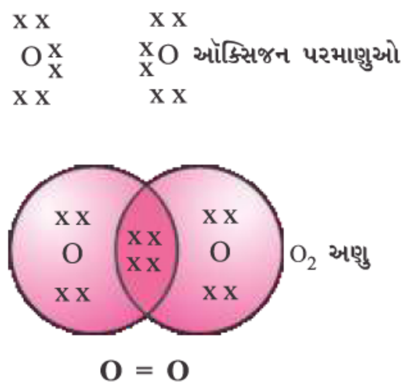
ભાગીદારી પામેલ ઇલેક્ટ્રૉનની જોડ બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ રચે છે. એકલ બંધને આકૃતિ 4.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે પરમાણુઓ વચ્ચે રેખા (line) દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે.



આકૃતિ 4.2
બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ

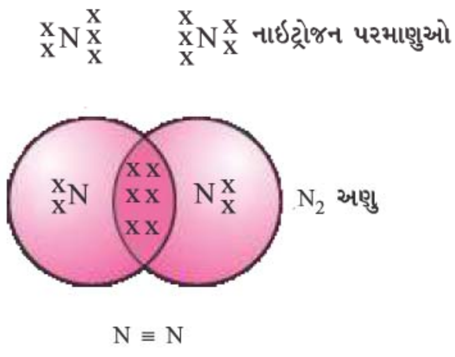
ક્લોરિનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 17 છે. તેની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના અને તેની સંયોજકતા શું થશે ? ક્લોરિન દ્વિપરમાણ્વીય અણુ Cl_2ની રચના કરે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? ધ્યાન રાખો કે માત્ર સંયોજકતા કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉનનું જ નિરૂપણ કરવાની આવશ્યકતા હોય છે.

ઑક્સિજનના કિસ્સામાં આપણે બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધનું નિર્માણ થયેલું જોઈએ છીએ. આમ થવાનું કારણ ઑક્સિજનનો પરમાણુ તેની L કક્ષા (ઑક્સિજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક આઠ છે)માં છ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને તેને અષ્ટક પૂર્ણ કરવા વધુ બે ઇલેક્ટ્રૉનની આવશ્યકતા છે. તેથી દરેક ઑક્સિજન પરમાણુ અન્ય ઑક્સિજન પરમાણુ સાથે બે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરી આકૃતિ 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની રચના આપે છે. દરેક ઑક્સિજન પરમાણુ દ્વારા દાન થયેલા બે ઇલેક્ટ્રૉન, ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી પામેલી બે જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે.



આકૃતિ 4.3
બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ

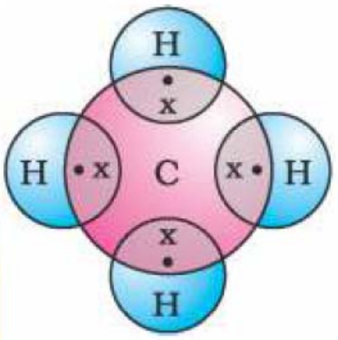
- શું તમે એક ઑક્સિજન પરમાણુ અને બે હાઈડ્રોજન પરમાણુ વચ્ચેના બંધથી બનતા પાણીના અણુનું નિરૂપણ કરી શકશો ? શું અણુ એકલબંધ કે દ્વિબંધ ધરાવતો હશે ?
- નાઈટ્રોજનના દ્વિપરમાણ્વીય અણુના કિસ્સામાં શું થશે ? નાઈટ્રોજન 7 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવે છે. તેની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના અને સંયોગીકરણ ક્ષમતા કેવી હશે ? અષ્ટક પ્રાપ્ત કરવા માટે નાઈટ્રોજનના અણુમાં રહેલ પ્રત્યેક નાઈટ્રોજન પરમાણુ ત્રણ ઇલેક્ટ્રૉનના ફાળા દ્વારા ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી પામેલી ત્રણ જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે. N_2ની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના અને તેના ત્રિબંધનું નિરૂપણ આકૃતિ 4.4 પ્રમાણે કરી શકાય છે.
- ઍમોનિયાનો અણુ NH_3 સૂત્ર ધરાવે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો કે જે તમામ ચારેય પરમાણુઓ કેવી રીતે નિષ્ક્રિય વાયુની રચના પ્રાપ્ત કરે છે તે દર્શાવી શકે ? અણુ એકલ બંધ ધરાવશે, દ્વિબંધ ધરાવશે કે ત્રિબંધ ?



આકૃતિ 4.4
બે નાઈટ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધ

ચાલો હવે આપણે મિથેન તરફ એક નજર કરીએ કે જે કાર્બનનું સંયોજન છે. મિથેનનો બળતણ તરીકે બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે, તેમજ તે બાયોગૅસ અને કૉમ્પ્રેસ્ડ નેચરલ ગૅસ (CNG)નો મુખ્ય ઘટક છે. તે કાર્બન દ્વારા બનતા સૌથી સામાન્ય સંયોજનોમાંનું એક છે. મિથેનનું સૂત્ર CH_4 છે. તમે જાણો છો તેમ હાઈડ્રોજનની સંયોજકતા 1 છે. કાર્બન ચતુઃસંયોજક છે કારણ કે તે ચાર સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે. નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે કાર્બન હાઈડ્રોજનના ચાર પરમાણુ સાથે આકૃતિ 4.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરે છે.

એવા બંધ કે જે બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મની ભાગીદારીથી બનેલા હોય તે સહસંયોજક બંધ તરીકે ઓળખાય છે. સહસંયોજક બંધ ધરાવતા અણુઓમાં પ્રબળ બંધ બનેલા જણાય છે, પરંતુ આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ ઓછાં હોય છે. તેના કારણે આ સંયોજનોના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ નીચાં હોય છે. પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી થઈને વીજભારવિહીન કણો ઉદ્ભવે છે, તેથી આવાં સહસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે વિદ્યુતના મંદવાહક હોય છે.

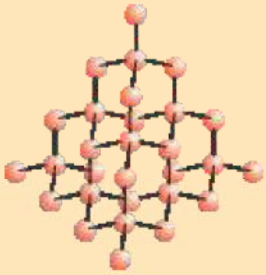


આકૃતિ 4.5
મિથેનની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના

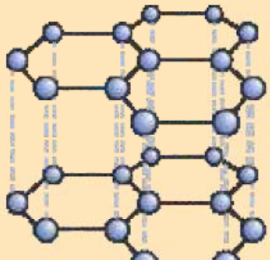
વધુ જાણવા જેવું !

કાર્બનનાં અપરરૂપો

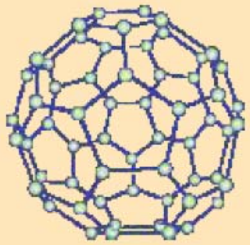
કાર્બન તત્ત્વ કુદરતમાં અનેક વિવિધ ભૌતિક ગુણધર્મો સાથે જુદાં-જુદાં સ્વરૂપમાં પ્રાપ્ત થાય છે. હીરો અને ગ્રૅફાઇટ બંને કાર્બન પરમાણુઓના જ બનેલા હોય છે, કાર્બન પરમાણુઓ જે રીતે એકબીજા સાથે બંધથી જોડાય છે તેના આધારે તેમાં તફાવત હોય છે. હીરામાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવીને સખત ત્રિપરિમાણીય રચના બનાવે છે. ગ્રૅફાઇટમાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ત્રણ પરમાણુ સાથે સમાન સ્તરમાં બંધ બનાવીને ષટકોણીય માળખું આપે છે. આ બંધો પૈકી એક દ્વિબંધ હોય છે અને આમ કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાય છે. એક સ્તર પર બીજું સ્તર એમ અનેક સ્તરોથી બનતા ષટકોણીય માળખા દ્વારા ગ્રૅફાઇટનું બંધારણ રચાય છે.



હીરાનું બંધારણ



ગ્રૅફાઇટનું બંધારણ



C-60 બકમિન્સ્ટર ફુલેરિનનું બંધારણ

આ બંને જુદાં-જુદાં બંધારણોને કારણે હીરા અને ગ્રૅફાઇટના ભૌતિક ગુણધર્મો અત્યંત જુદા હોય છે, તેમ છતાં તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે. હીરો અત્યાર સુધીનો સૌથી સખત જ્ઞાત પદાર્થ છે. જ્યારે ગ્રૅફાઇટ લીસો (Smooth) અને ચીકણો (Slippery) છે. તમે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરેલ અન્ય અધાતુઓ કરતાં ગ્રૅફાઇટ ખૂબ જ સારો વિદ્યુતનો સુવાહક પણ છે.

શુદ્ધ કાર્બનને અત્યંત ઊંચાં દબાણે અને તાપમાને લઈ જઈને હીરાનું સંશ્લેષણ કરી શકાય છે. આ સંશ્લેષિત કરેલા હીરા નાના હોય છે, પરંતુ કુદરતી હીરાથી સરળતાથી જુદા પાડી શકાતા નથી.

ફુલેરિન્સ કાર્બનનાં અપરરૂપોનો અન્ય વર્ગ રચે છે. સૌપ્રથમ ઓળખાયેલ C-60 કે જે ફૂટબૉલના આકારની કાર્બન પરમાણુઓની ગોઠવણી ધરાવે છે. તે અમેરિકન આર્કિટેક્ચર બકમિન્સ્ટર ફુલર (Buckminster Fuller) દ્વારા ડિઝાઇન કરેલ જિયોડેસિક ગુંબજ (Geodesic dome) જેવો દેખાય છે, તેથી આ અણુનું નામ ફુલેરિન રાખવામાં આવ્યું.

પ્રશ્નો

1. CO_2 સૂત્ર ધરાવતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?
2. સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓથી બનેલ સલ્ફર અણુનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?
(**સૂચન** : સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને વલય બનાવે છે.)

4.2 કાર્બનનો સર્વતોમુખી સ્વભાવ (Versatile Nature of Carbon)

X5B9D2

વિવિધ તત્ત્વો અને સંયોજનોમાં આપણે ઈલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી દ્વારા સહસંયોજક બંધનું નિર્માણ જોયું છે. આપણે સરળ કાર્બન સંયોજન, મિથેનનું બંધારણ પણ જોયું છે. પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે એવી કેટલી બધી વસ્તુઓનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ કે જે કાર્બન ધરાવે છે. વાસ્તવમાં આપણે પોતે પણ કાર્બન સંયોજનોના બનેલા છીએ. હાલમાં જ અસંખ્ય કાર્બન સંયોજનો કે જેનાં સૂત્રો રસાયણશાસ્ત્રીઓ માટે જાણીતા છે તેમની સંખ્યા લાખોમાં અંદાજવામાં આવી છે ! તે અન્ય તમામ તત્ત્વો દ્વારા બનતાં સંયોજનોને એકસાથે મૂકવાથી મળતી સંખ્યા કરતા ઘણી વધારે છે. શા માટે આ ગુણધર્મ કાર્બનમાં જ જોવા મળે છે અને અન્ય તત્ત્વમાં નહિ ? સહસંયોજક બંધનો સ્વભાવ કાર્બનને મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો બનાવવાની ક્ષમતા પૂરી પાડે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં બે પરિબળો નોંધાયેલાં છે –

(i) કાર્બન અન્ય કાર્બનના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની અદ્વિતીય ક્ષમતા ધરાવે છે, જેથી મોટી સંખ્યામાં અણુઓ બને છે. આ ગુણધર્મને કેટેનેશન (Catenation) કહે છે. આ સંયોજનો કાર્બનની લાંબી શૃંખલા, કાર્બનની શાખીત શૃંખલા અથવા વલયો (Rings)માં ગોઠવાયેલા કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. વધુમાં કાર્બનનો પરમાણુ એકલબંધ અથવા દ્વિબંધ અથવા ત્રિબંધથી જોડાયેલો હોઈ શકે છે. કાર્બનના પરમાણુઓ માત્ર એકલબંધથી જોડાયેલ હોય તેવા કાર્બનનાં સંયોજનોને સંતૃપ્ત સંયોજનો (Saturated Compounds) કહે છે. કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં સંયોજનોને અસંતૃપ્ત સંયોજનો (Unsaturated Compounds) કહે છે.

કાર્બન સંયોજનોમાં જે હદે કેટેનેશનનો ગુણધર્મ જોવા મળે છે, તે કોઈ બીજા તત્ત્વમાં જોવા મળતો નથી. સિલિકોન હાઇડ્રોજન સાથે જે સંયોજનો બનાવે છે, તેમાં સાત અથવા આઠ પરમાણુઓ સુધીની જ શૃંખલા હોય છે, પરંતુ આ સંયોજનો અતિક્રિયાશીલ હોય છે. કાર્બન-કાર્બન બંધ ખૂબ જ પ્રબળ હોય છે, તેથી તે સ્થાયી હોય છે. જે આપણને કાર્બન પરમાણુઓના એકબીજા સાથેના જોડાણથી મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો આપે છે.

(ii) કાર્બનની સંયોજકતા ચાર હોય છે, તેથી તે કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ અથવા કેટલાક અન્ય એક-સંયોજક તત્ત્વોના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. ઑક્સિજન, હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન, સલ્ફર, ક્લોરિન તથા અનેક અન્ય તત્ત્વોની સાથે કાર્બનનાં સંયોજનો બને છે, જેના કારણે એવા વિશિષ્ટ ગુણધર્મો ધરાવતાં સંયોજનો બને છે જે અણુમાં હાજર રહેલા કાર્બન સિવાયના તત્ત્વ પર આધાર રાખે છે.

વળી, કાર્બન મોટા ભાગનાં અન્ય તત્ત્વો સાથે જે બંધ બનાવે છે, તે ખૂબ જ પ્રબળ હોય છે, જે સંયોજનોને અપવાદરૂપે સ્થાયી બનાવે છે. કાર્બન દ્વારા પ્રબળ બંધોના નિર્માણનું એક કારણ તેનું નાનું કદ છે. જેના કારણે પરમાણુકેન્દ્ર ભાગીદારી પામેલા ઈલેક્ટ્રૉન યુગ્મોને મજબૂતાઈથી જકડી રાખે છે. મોટા પરમાણુઓ ધરાવતાં તત્ત્વો દ્વારા બનતા બંધો અત્યંત નિર્બળ હોય છે.

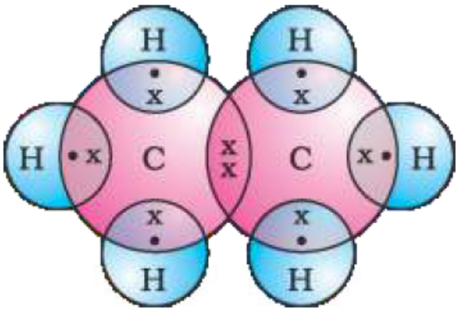
વધુ જાણવા જેવું !

કાર્બનિક સંયોજનો

કાર્બનમાં જોવા મળેલ બે વિશિષ્ટ લક્ષણો, ચતુઃસંયોજકતા અને કેટેનેશન એકસાથે મળીને મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોનું નિર્માણ કરે છે. અનેક સંયોજનો વિભિન્ન કાર્બનની શૃંખલાઓ સાથે જોડાયેલ અકાર્બનિક પરમાણુ અથવા પરમાણુઓના સમૂહ ધરાવે છે. આ સંયોજનોનું નિષ્કર્ષણ શરૂઆતમાં કુદરતી પદાર્થોમાંથી કરવામાં આવ્યું હતું અને એમ વિચારવામાં આવ્યું હતું કે આ કાર્બન સંયોજનો અથવા કાર્બનિક સંયોજનો માત્ર જીવંત પ્રણાલીમાંથી મેળવી શકાય છે. તેમના સંશ્લેષણ માટે એક 'મહત્ત્વપૂર્ણ બળ' (Vital Force) જરૂરી છે તેમ માનવામાં આવતું હતું. ફ્રેડરિક વોહલરે (Friedrich Wohler) 1828માં એમોનિયમ સાયનેટમાંથી યૂરિયાની બનાવટ દ્વારા તેનું ખંડન કર્યું, પરંતુ કાર્બાઇડ, કાર્બનના ઑક્સાઇડ, કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ક્ષારો સિવાયનાં કાર્બન સંયોજનોનો અભ્યાસ કાર્બનિક રસાયણ અંતર્ગત કરવામાં આવે છે.

4.2.1 સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો (Saturated and Unsaturated Carbon Compounds)

આપણે પહેલા જ મિથેનનું બંધારણ જોઈ ગયેલ છીએ. કાર્બન અને હાઇડ્રોજન વચ્ચે બનતું અન્ય સંયોજન C_2H_6 સૂત્ર ધરાવતું ઇથેન છે. સરળ કાર્બન સંયોજનોના બંધારણ મેળવવા માટેનું પ્રથમ સોપાન કાર્બન પરમાણુઓને એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડવા (આકૃતિ 4.6 *a*) અને ત્યાર બાદ કાર્બનની બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને સંતોષવા માટે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનો ઉપયોગ કરવો તે છે (આકૃતિ 4.6 b). ઉદાહરણ તરીકે, ઇથેનનું બંધારણ નીચે દર્શાવેલાં સોપાનોમાં મેળવવામાં આવે છે -

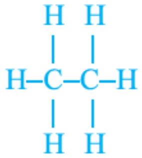


આકૃતિ 4.6
(c) ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ

C—C   સોપાન 1

આકૃતિ 4.6 (a) કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાયેલા છે

દરેક કાર્બન પરમાણુની ત્રણ સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે, તેથી તે દરેક ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુ સાથે બંધ બનાવીને નીચે પ્રમાણે સંરચના આપે છે :



સોપાન 2

આકૃતિ 4.6 (b) દરેક કાર્બન પરમાણુ ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલો છે

ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ આકૃતિ 4.6(c)માં દર્શાવેલી છે.

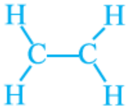
શું તમે આ જ પ્રકારે પ્રોપેનનું બંધારણ દોરી શકો, કે જેનું આણ્વીય સૂત્ર (Molecular Formula) C_3H_8 છે ? તમે જોશો કે તમામ પરમાણુઓની સંયોજકતાઓ તેમની વચ્ચેના એકલ બંધોથી સંતોષાય છે. આવાં કાર્બન સંયોજનોને સંતૃપ્ત સંયોજનો કહે છે. આવાં સંયોજનો સામાન્ય રીતે વધુ સક્રિય કે ક્રિયાશીલ હોતાં નથી.

જોકે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના એક અન્ય સંયોજનનું સૂત્ર C_2H_4 છે અને તેને ઇથીન કહે છે. આ અણુનું નિરૂપણ કેવી રીતે કરી શકાય ? આપણે ઉપર પ્રમાણે જ તબક્કાવાર અભિગમ અનુસરીશું.

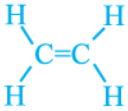
કાર્બન-કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાય છે (સોપાન 1).

આપણે જોઈએ છીએ કે દરેક કાર્બનની એક સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે (સોપાન 2). તે ત્યારે જ સંતોષાઈ શકે કે જ્યારે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ હોય (સોપાન 3), જે ઇથીનની ઇલેક્ટ્રૉન

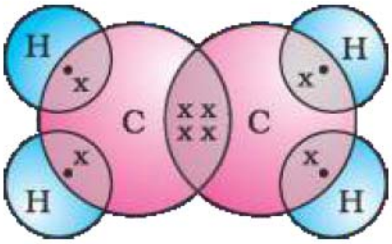
C—C   સોપાન –1



સોપાન –2



સોપાન –3



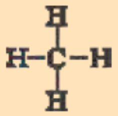
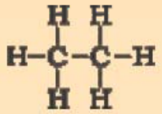
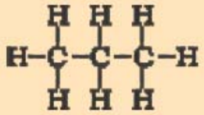
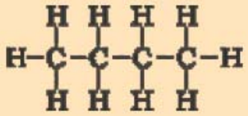
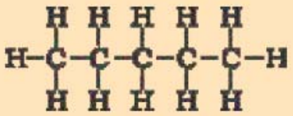
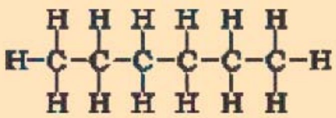
આકૃતિ 4.7
ઈથીનનું બંધારણ

બિંદુ-રચના આકૃતિ 4.7માં આપેલ છે. હાઇડ્રોજન અને કાર્બનનું અન્ય સંયોજન C_2H_2 સૂત્ર ધરાવે છે તેને ઈથાઇન કહેવાય છે. શું તમે ઈથાઇનની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સંયોજકતાઓ સંતોષવા માટે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે કેટલા બંધ હોવા જરૂરી છે ? કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં આવાં સંયોજનો અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો (Unsaturated Carbon Compounds) તરીકે ઓળખાય છે અને તેઓ સંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે.

4.2.2 શૃંખલાઓ, શાખાઓ અને વલયો (Chains, Branches and Rings)

આગળના વિભાગમાં આપણે ક્રમશઃ 1, 2 અને 3 કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનો મિથેન, ઈથેન તથા પ્રોપેનનો ઉલ્લેખ કરેલ છે. કાર્બન પરમાણુઓની આ પ્રકારની શૃંખલાઓ ઘણા કાર્બન પરમાણુ ધરાવી શકે છે. તે પૈકીના છના નામ અને બંધારણ કોષ્ટક 4.2માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 4.2 કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના સંતૃપ્ત સંયોજનોનાં સૂત્રો અને બંધારણ

C પરમાણુની સંખ્યા	નામ	સૂત્ર	બંધારણ
1	મિથેન	CH_4	
2	ઈથેન	C_2H_6	
3	પ્રોપેન	C_3H_8	
4	બ્યુટેન	C_4H_{10}	
5	પેન્ટેન	C_5H_{12}	
6	હેક્ઝેન	C_6H_{14}	

પરંતુ, ચાલો આપણે બ્યુટેનનો અન્ય રીતે વિચાર કરીએ. જો આપણે ચાર કાર્બન પરમાણુઓથી કાર્બન 'માળખું' (skeleton) બનાવીએ, તો આપણે જોઈએ છીએ કે બે જુદાં-જુદાં 'માળખાં' બની શકે છે.

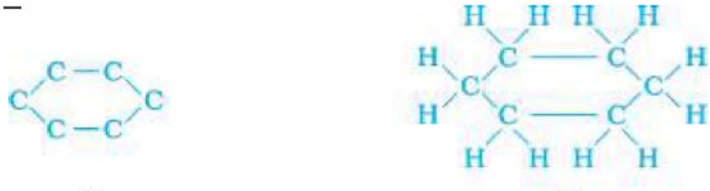
આકૃતિ 4.8 (a) બે શક્ય કાર્બન-માળખાં

બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને હાઇડ્રોજન વડે ભરપાઈ કરતાં નીચે પ્રમાણે સૂત્ર મળે છે –

આકૃતિ 4.8 (b) C_4H_{10} સૂત્ર ધરાવતાં બે બંધારણો માટેના સંપૂર્ણ અણુઓ

આપણે જોઈએ છીએ કે બંને બંધારણો સમાન સૂત્ર C_4H_{10} ધરાવે છે. સમાન આણ્વીય સૂત્ર પરંતુ ભિન્ન બંધારણો ધરાવતાં આવાં સંયોજનોને બંધારણીય સમઘટકો (Structural Isomers) કહે છે.

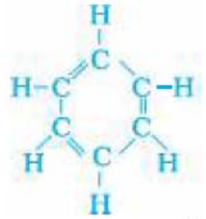
સરળ તથા શાખીય કાર્બન શૃંખલાઓ ઉપરાંત કેટલાંક સંયોજનો વલયના સ્વરૂપમાં ગોઠવાયેલ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે સાયક્લોહેક્ઝેન C_6H_{12} સૂત્ર અને નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



(a) (b)

આકૃતિ 4.9 સાયક્લોહેક્ઝેનનું બંધારણ (a) કાર્બન માળખું (b) સંપૂર્ણ અણુ

શું તમે સાયક્લોહેક્ઝેન માટે ઈલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અને ચક્રિય કાર્બન સંયોજનો, તમામ સંતૃપ્ત અથવા અસંતૃપ્ત હોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે બેન્ઝિન, C_6H_6 નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



બેન્ઝિન-C_6H_6

આકૃતિ 4.10 બેન્ઝિનનું બંધારણ

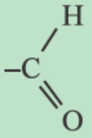
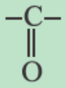
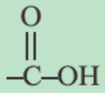
આ તમામ કાર્બન સંયોજનો કે જે માત્ર કાર્બન અને હાઇડ્રોજન ધરાવે છે તેમને હાઇડ્રોકાર્બન (Hydrocarbons) કહેવાય છે. આ પૈકીના સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને આલ્કેન સંયોજનો કહેવાય છે. અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો જે એક અથવા વધુ દ્વિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કીન કહે છે. જે એક અથવા વધુ ત્રિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કાઇન કહે છે.

4.2.3 તમે મારા મિત્ર બનશો ? (Will you be my Friend ?)

કાર્બન ખૂબ જ મૈત્રીપૂર્ણ તત્ત્વ જણાય છે. અત્યાર સુધી આપણે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનનાં સંયોજનો જોયા છે, પરંતુ કાર્બન અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હેલોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન અને સલ્ફર સાથે

પણ બંધ બનાવે છે. હાઈડ્રોકાર્બન શૃંખલામાં આ તત્ત્વો એવી રીતે એક અથવા વધુ હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે કે જેથી કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાયેલી રહે. આવાં સંયોજનોમાં, હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતા તત્ત્વને વિષમપરમાણુ (Heteroatom) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ વિષમ પરમાણુઓ કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેના કેટલાક સમૂહોમાં પણ હાજર હોય છે. આ વિષમ પરમાણુઓ અને તેમને સમાવતા સમૂહો સંયોજનને વિશિષ્ટ ગુણધર્મો આપે છે, જે કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ અને સ્વભાવ પર આધારિત નથી હોતા તેથી તેમને ક્રિયાશીલ સમૂહો (Functional Groups) કહે છે. કેટલાક મહત્ત્વના ક્રિયાશીલ સમૂહો કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવેલ છે. સમૂહની મુક્ત સંયોજકતા અથવા સંયોજકતાઓ એકલ રેખા દ્વારા દર્શાવાય છે. ક્રિયાશીલ સમૂહ આ સંયોજકતા દ્વારા એક હાઈડ્રોજન પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરીને કાર્બન શૃંખલા સાથે જોડાયેલા રહે છે.

કોષ્ટક 4.3 કાર્બન સંયોજનોમાં કેટલાક ક્રિયાશીલ સમૂહો

વિષમ પરમાણુ	ક્રિયાશીલ સમૂહ	ક્રિયાશીલ સમૂહનું સૂત્ર
Cl/Br	હેલો-(ક્લોરો/બ્રોમો)	–Cl, –Br (હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે વિસ્થાપિતો)
ઑક્સિજન	1. આલ્કોહોલ	–OH
	2. આલ્ડિહાઈડ	
	3. કિટોન	
	4. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ	

4.2.4 સમાનધર્મી શ્રેણી (Homologous Series)

તમે જોયું છે કે કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને અલગ-અલગ લંબાઈની શૃંખલાઓ બનાવે છે. આવી શૃંખલાઓ શાખીય પણ હોઈ શકે છે. વધુમાં આ કાર્બન શૃંખલાઓ પર રહેલ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓને ઉપર દર્શાવેલા ક્રિયાશીલ સમૂહો પૈકી કોઈ પણ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરી શકાય છે. આલ્કોહોલ જેવા ક્રિયાશીલ સમૂહની હાજરી કાર્બન સંયોજનના ગુણધર્મો સૂચવે છે, ભલે પછી કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ ગમે તેટલી હોય. ઉદાહરણ તરીકે, CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH, તથા C_4H_9OHના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ઘણી સમાનતા છે. આમ, સંયોજનોની એવી શ્રેણી કે જેમાં કાર્બન શૃંખલામાં રહેલ હાઈડ્રોજનને સમાન પ્રકારના ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવેલ હોય, તેને સમાનધર્મી શ્રેણી કહે છે.

ચાલો, આપણે પહેલા કોષ્ટક 4.2માં જોયેલી સમાનધર્મી શ્રેણી તરફ એક નજર કરીએ. જો આપણે ક્રમિક સંયોજનોનાં સૂત્રો તરફ નજર કરીએ તો,

CH_4 અને C_2H_6 – તેઓ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે.

C_2H_6 અને C_3H_8 – તેઓ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે.

હવે પછીની જોડી - પ્રોપેન અને બ્યુટેન (C_4H_{10}) વચ્ચે શું તફાવત છે ?

શું તમે આ જોડીઓ વચ્ચે આણ્વીય દળોના તફાવત શોધી શકો છો (કાર્બનનું પરમાણ્વીય દળ 12 u અને હાઈડ્રોજનનું પરમાણ્વીય દળ 1 u) ?

તેવી જ રીતે, આલ્કીનની સમાનધર્મી શ્રેણી લો. શ્રેણીનો પ્રથમ સભ્ય ઈથિન છે કે જે વિભાગ 4.2.1માં જ આવી ગયેલ છે. ઈથિનનું સૂત્ર શું છે ? આલ્કીન શ્રેણીના ક્રમિક સભ્યો C_3H_6, C_4H_8 અને C_5H_{10} સૂત્રો ધરાવે છે. શું તેઓ પણ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે ? શું તમને આ સંયોજનોમાં

કાર્બન અને હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યા વચ્ચે કોઈ સંબંધ જણાય છે ? આલ્કીનનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n} સ્વરૂપે લખી શકાય, જ્યાં n = 2, 3, 4. તેવી જ રીતે શું તમે આલ્કેન અને આલ્કાઇનનું સામાન્ય સૂત્ર બનાવી શકો ?

કોઈ પણ સમાનધર્મી શ્રેણીમાં આણ્વીય દળ વધે ત્યારે ભૌતિક ગુણધર્મોમાં ક્રમબદ્ધતા (gradation) જોવા મળેલ છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, આણ્વીય દળ વધવાથી ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ વધે છે. અન્ય ભૌતિક ગુણધર્મો જેમકે ચોક્કસ દ્રાવકમાં દ્રાવ્યતા પણ સમાન ક્રમબદ્ધતા દર્શાવે છે, પરંતુ રાસાયણિક ગુણધર્મો કે જે ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા જ નિર્ધારિત થાય છે તે સમાનધર્મી શ્રેણીમાં એક સમાન જળવાઈ રહે છે.

પ્રવૃત્તિ 4.2

- (a) CH_3OH અને C_2H_5OH (b) C_2H_5OH અને C_3H_7OH અને (c) C_3H_7OH અને C_4H_9OH માટે સૂત્રો તથા આણ્વીયદળના તફાવતની ગણતરી કરો.
- આ ત્રણેય વચ્ચે કોઈ સમાનતા છે ?
- આ આલ્કોહોલને કાર્બન પરમાણુઓના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો અને એક જૂથ બનાવો. શું આપણે આ જૂથને સમાનધર્મી શ્રેણી કહી શકીએ ?
- કોષ્ટક 4.3માં આપેલ અન્ય ક્રિયાશીલ સમૂહો માટે ચાર કાર્બન સુધીનાં સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી તૈયાર કરો.

4.2.5 કાર્બન સંયોજનોનું નામકરણ (Nomenclature of Carbon Compunds)

સમાનધર્મી શ્રેણીમાં સંયોજનોનાં નામોનો આધાર મૂળભૂત કાર્બનની એવી શૃંખલાઓ પર રહેલો છે, કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહની પ્રકૃતિ સૂચવતા 'પૂર્વગ' (Prefix) 'શબ્દસમૂહ આગળ' કે 'પ્રત્યય' (Suffix) 'શબ્દસમૂહ પાછળ' દ્વારા ફેરફાર થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે પ્રવૃત્તિ 4.2માં લીધેલા આલ્કોહોલના નામ મિથેનોલ, ઈથેનોલ, પ્રોપેનોલ અને બ્યુટેનોલ છે.

કાર્બન સંયોજનનું નામકરણ નીચે દર્શાવેલ પદ્ધતિ દ્વારા કરી શકાય છે :

(i) સંયોજનમાં કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા નક્કી કરો. ત્રણ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા સંયોજનનું નામ પ્રોપેન થશે.

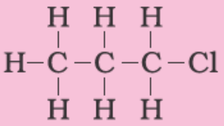
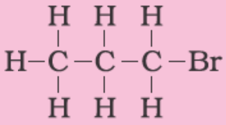
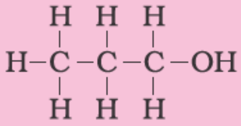
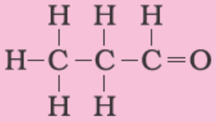
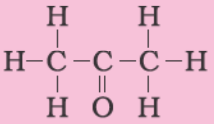
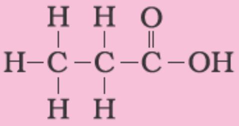
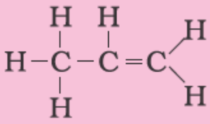
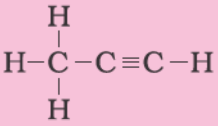
(ii) ક્રિયાશીલ સમૂહ હાજર હોય તો તેને પૂર્વગ અથવા પ્રત્યય સહિત સંયોજનના નામમાં દર્શાવાય છે. (કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે)

(iii) જો ક્રિયાશીલ સમૂહનું નામ પ્રત્યયના આધારે આપવામાં આવે અને ક્રિયાશીલ સમૂહનો પ્રત્યય *a*, *e*, *i*, *o*, *u* જેવા સ્વરથી શરૂ થતો હોય તો કાર્બન શૃંખલાના છેડે (*e*) દૂર કરીને તેમાં યોગ્ય પ્રત્યય લગાવીને નામ અપાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કીટોન સમૂહ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલાને નીચેની રીતે નામ અપાય છે –

propane –'e' = propan + 'one' = propanone પ્રોપેનોન

(iv) જો કાર્બન શૃંખલા અસંતૃપ્ત હોય તો, કાર્બન શૃંખલાના નામમાં રહેલ અંતિમ 'એન' ('ane') ને કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે 'ઈન' ('ene') અથવા 'આઈન' 'yne' દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે દ્વિબંધ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલા પ્રોપીન (Propene) કહેવાય છે અને જો તે ત્રિબંધ ધરાવે તો તેને પ્રોપાઇન (Propyne) કહેવાય છે.

કોષ્ટક **4.4** કાર્બનિક સંયોજનોનું નામકરણ

સંયોજનનો વર્ગ	પૂર્વગ/પ્રત્યય	ઉદાહરણ	
1. હેલોઆલ્કેન	પૂર્વગ-ક્લોરો, બ્રોમો વગેરે		ક્લોરોપ્રોપેન
			બ્રોમોપ્રોપેન
2. આલ્કોહોલ	પ્રત્યય-ઑલ		પ્રોપેનોલ
3. આલ્ડિહાઇડ	પ્રત્યય-આલ		પ્રોપેનાલ
4. કિટોન	પ્રત્યય-ઓન		પ્રોપેનોન
5. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ	પ્રત્યય-ઓઇક ઍસિડ		પ્રોપેનોઇક ઍસિડ
6. આલ્કીન	પ્રત્યય-ઈન		પ્રોપીન
7. આલ્કાઇન	પ્રત્યય-આઈન		પ્રોપાઇન

પ્રશ્નો

1. પેન્ટેન માટે તમે કેટલાં બંધારણીય સમઘટકો દોરી શકો ?
2. કાર્બનના બે ગુણધર્મો કયા છે, જેના કારણે આપણી ચારેય તરફ કાર્બન સંયોજનોની વિશાળ સંખ્યા આપણે જોઈએ છીએ ?
3. સાયક્લો પેન્ટેનનું સૂત્ર અને ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના શું થશે ?

4. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના બંધારણ દોરો :

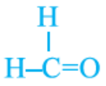
(i) ઈથેનોઇક ઍસિડ (ii) બ્રોમોપેન્ટેન*

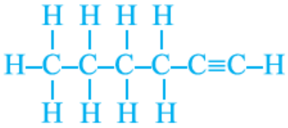
(iii) બ્યુટેનોન (iv) હેક્ઝેનાલ

*શું બ્રોમોપેન્ટેનના બંધારણીય સમઘટક શક્ય છે ?

5. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોનું નામ તમે કેવી રીતે આપશો ?

(i) $CH_3 - CH_2 - Br$

(ii) 

(iii) 

4.3 કાર્બન સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties of Carbon Compounds)

આ વિભાગમાં આપણે કાર્બન સંયોજનોના કેટલાક રાસાયણિક ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે ઉપયોગ કરતાં મોટા ભાગના બળતણ કાર્બન અથવા તેનાં સંયોજનોના બનેલા હોવાથી, સૌ પહેલા આપણે દહન વિશે અભ્યાસ કરવો જોઈએ.

4.3.1 દહન (Combustion)

કાર્બન, તેનાં બધાં જ અપરરૂપોમાં, હવામાં દહન પામીને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ આપે છે અને સાથે-સાથે ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. મોટા ભાગનાં કાર્બન સંયોજનો પણ દહન દ્વારા વધુ પ્રમાણમાં ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. આ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ છે કે જેના વિશે તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં શીખી ગયાં છો -

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

(ii) $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

(iii) $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે શીખ્યા તે પ્રમાણે છેલ્લી બે પ્રક્રિયાઓને સમતોલિત કરો.

પ્રવૃત્તિ 4.3

ચેતવણી : પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- અમુક કાર્બન સંયોજનો (નેપ્થેલીન, કપૂર, આલ્કોહોલ)ને વારાફરતી એક ચમચી પર લઈ તેમને સળગાવો.
- જ્યોતના પ્રકારનું અવલોકન કરો અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થયો કે નહિ તે નોંધો.
- જ્યોતની ઉપર ધાતુની તકતી રાખો. શું આપેલાં સંયોજનો પૈકી કોઈ માટે તકતી પર કાંઈ પદાર્થ જમા થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 4.4

- એક બન્સેન બર્નર ચાલુ કરો અને જુદા-જુદા પ્રકારની જ્યોત/ધુમાડાની હાજરી પ્રાપ્ત કરવા માટે તેના નીચેના ભાગમાંનું હવા-છિદ્ર યોગ્ય રીતે ગોઠવો.
- તમને પીળી, મેશ જેવી કાળી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?
- તમને ભૂરી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?

સામાન્ય રીતે સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો કાળા ધુમાડારહિત જ્યોત આપે છે જ્યારે અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો ખૂબ જ કાળા ધુમાડા સાથેની પીળી જ્યોત આપે છે. તેના પરિણામે પ્રવૃત્તિ 4.3માં ધાતુની તકતી પર મેશ જમા થાય છે. જોકે હવાનો પુરવઠો સીમિત કરતાં સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનનું પણ અપૂર્ણ દહન થઈ કાળી મેશ જેવી જ્યોત ઉદ્ભવે છે. ઘરમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ગૅસ/કેરોસીન સ્ટવમાં હવા માટે પ્રવેશમાર્ગ હોય છે, જેનાથી પૂરતા પ્રમાણમાં ઑક્સિજનયુક્ત મિશ્રણ

દહન પામી ધુમાડારહિત ભૂરી જ્યોત આપે છે. જો તમે ક્યારેય વાસણોના તળિયા કાળા થતા જોયા હોય તો તેનો અર્થ એ થાય કે હવા માટેનો પ્રવેશમાર્ગ અવરોધાય છે તથા બળતણનો વ્યય થઈ રહ્યો છે. કોલસો તથા પેટ્રોલ જેવાં બળતણોમાં થોડી માત્રામાં નાઈટ્રોજન તેમજ સલ્ફર હોય છે, જેના દહનને કારણે સલ્ફર તથા નાઈટ્રોજનના ઑક્સાઇડનું નિર્માણ થાય છે જે પર્યાવરણના મુખ્ય પ્રદૂષક છે.

શું તમે જાણો છો ?

શા માટે સળગતા પદાર્થો જ્યોત સાથે અથવા જ્યોત વગર સળગે છે ?

શું તમે ક્યારેય કોલસા અથવા લાકડાની આગ જોઈ છે ? જો નહિ, તો હવે પછી જ્યારે પણ અવસર મળે ત્યારે ધ્યાનથી જુઓ કે લાકડાં અથવા કોલસાના સળગવાની શરૂઆતમાં શું થાય છે. તમે જોયું હશે કે એક મીણબત્તી અથવા ગૅસસ્ટવનો એલ.પી.જી. સળગતી વખતે જ્યોત ઉત્પન્ન કરે છે. તમે જોશો કે ચૂલામાં સળગતો કોલસો અથવા ચારકોલ કેટલીક વખત લાલ રંગથી પ્રજ્વલિત થાય છે તથા વગર જ્યોતે ઉષ્મા આપે છે. એવું એટલા માટે થાય છે, કે માત્ર વાયુ પદાર્થોના સળગવાથી જ્યોત ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડું અથવા કોલસો સળગાવતાં તેમાં હાજર રહેલા બાષ્પશીલ પદાર્થો વાયુ-સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે તથા શરૂઆતમાં જ્યોત સાથે સળગે છે.

વાયુ પદાર્થોના પરમાણુઓને ઉષ્મા આપતા એક તીવ્ર જ્યોત જોવા મળે છે તથા તે પ્રકાશિત થવાનું શરૂ કરે છે. પ્રત્યેક તત્ત્વ દ્વારા ઉત્પન્ન થતો રંગ તે તત્ત્વનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ હોય છે. ગૅસસ્ટવની જ્યોતમાં તાંબાના તારને સળગાવવાનો પ્રયત્ન કરો તથા તેના રંગનું અવલોકન કરો. તમે જોયું હશે કે અપૂર્ણ દહનથી કાળી જ્યોત ઉદ્‌ભવે છે જે કાર્બન હોય છે. તેના આધારે તમે મીણબત્તીની પીળા રંગની જ્યોતનું શું કારણ બતાવશો ?

વધુ જાણવા જેવું !

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ જૈવભારથી થયું છે કે જે જુદી-જુદી જૈવિક અને ભૂગર્ભીય પ્રક્રિયાઓને આધિન છે. કોલસો વૃક્ષો, ત્રિઅંગી જેવી અન્ય વનસ્પતિઓ કે જે લાખો વર્ષો પહેલાં જીવિત હતી તેના અવશેષ છે. તેઓ ભૂકંપ અથવા જ્વાળામુખી વિસ્ફોટને કારણે જમીનમાં દટાઈ ગયા. જમીનના સ્તરો તથા ખડકોને કારણે તેઓ દબાઈ ગયા તથા ધીમે-ધીમે ક્ષય પામી તે કોલસો બની ગયા. તેલ તથા વાયુ લાખો વર્ષો જૂના સમુદ્રી છોડ તથા સજીવોના અવશેષ છે તે મૃત થવાથી તેમના શરીર સમુદ્રના તળિયામાં ડૂબી ગયા તથા દરિયાઈ કાદવથી ઢંકાઈ ગયા. તેમના મૃત અવશેષો પર બૅક્ટેરિયાના આક્રમણથી, ઊંચા દબાણની અસર હેઠળ તેલ અથવા વાયુનું નિર્માણ થયું અને કાદવ ધીરે-ધીરે દબાઈને ખડક બની ગયા. જેમ સ્પોન્જમાં પાણી ભરાઈ જાય તેમ તેલ અને વાયુ ખડકોના છિદ્રિષ્ઠ ભાગોમાં ભરાવા લાગ્યા. શું તમે વિચારી શકો છો કે કોલસા અને પેટ્રોલિયમને અશ્મિ બળતણ (Fossil Fuels) શા માટે કહેવાય છે ?

4.3.2 ઑક્સિડેશન (Oxidation)

પ્રવૃત્તિ 4.5

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL ઇથેનોલ લો તથા જળ ઉષ્મક (Water Bath)માં ધીમે-ધીમે હૂંફાળું ગરમ કરો.
- આ દ્રાવણમાં આલ્કલાઇન પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનું 5% દ્રાવણ ટીપે-ટીપે ઉમેરો.
- જ્યારે તે શરૂઆતમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનો રંગ તેનો તે જ રહે છે ?
- વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનો રંગ શા માટે દૂર થતો નથી ?

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ વિશે શીખી ગયાં છો. કાર્બન સંયોજનોનું દહન કરતાં તેમનું સરળતાથી ઑક્સિડેશન કરી શકાય છે. આ પૂર્ણ ઑક્સિડેશન ઉપરાંત એવી પ્રક્રિયાઓ છે કે જેમાં આલ્કોહોલ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે –

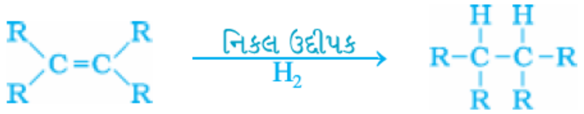
$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{અથવા ઍસિડિક } K_2Cr_2O_7 \text{ + ઉષ્મા}]{\text{આલ્કલાઇન } KMnO_4 \text{ + ઉષ્મા}} CH_3COOH$$

આપણે જોઈએ છીએ કે કેટલાક પદાર્થો અન્ય પદાર્થોમાં ઑક્સિજન ઉમેરવા માટે સક્ષમ હોય છે, જેને ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

આલ્કલાઇન પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટ અથવા ઍસિડિક પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટ આલ્કોહોલનું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ઑક્સિડેશન કરે છે. એટલે કે તે શરૂઆતની સામગ્રી (પ્રક્રિયક)માં ઑક્સિજન ઉમેરે છે. તેથી તે ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

4.3.3 યોગશીલ પ્રક્રિયા (Addition Reaction)

પેલેડિયમ અથવા નિકલ જેવા ઉદ્દીપકોની હાજરીમાં અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનમાં હાઇડ્રોજન ઉમેરાઈને સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન બને છે. ઉદ્દીપકો એવા પદાર્થો છે કે જે પ્રક્રિયાને અસર પહોંચાડ્યા વગર જ પ્રક્રિયાને જુદા-જુદા દરથી આગળ વધારે છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વનસ્પતિ તેલના હાઇડ્રોજનીકરણ નિકલ ઉદ્દીપકના ઉપયોગ દ્વારા થાય છે. વનસ્પતિ તેલ સામાન્ય રીતે લાંબી અસંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે જ્યારે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા હોય છે.



તમે જોયું જ હશે છે કે જાહેરાતોમાં કહેવામાં આવે છે કે, કેટલાક વનસ્પતિ તેલ 'સ્વાસ્થ્યવર્ધક' હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત ફેટીઍસિડ હોય છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે નુકસાનકારક કહેવાય છે. ખોરાક રાંધવા માટે અસંતૃપ્ત ફેટીઍસિડ ધરાવતા તેલ પસંદ કરવા જોઈએ.

4.3.4 વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Substitution Reaction)

સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન અત્યંત બિનપ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે અને મોટા ભાગના પ્રક્રિયકોની હાજરીમાં નિષ્ક્રિય હોય છે. તેમ છતાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં હાઇડ્રોકાર્બનમાં ક્લોરિન ઉમેરવાની પ્રક્રિયા ખૂબ ઝડપી થાય છે. ક્લોરિન એક પછી એક હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરે છે. તેને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે કારણ કે એક પ્રકારના પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનો સમૂહ અન્યનું સ્થાન લે છે. સામાન્ય રીતે ઊંચા સમાનધર્મી આલ્કેન સાથે અનેક નીપજોનું નિર્માણ થાય છે.

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ (સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં)

પ્રશ્નો

1. ઇથેનોલનું ઇથેનોઇક ઍસિડમાં રૂપાંતર શા માટે ઑક્સિડેશન-પ્રક્રિયા છે ?
2. ઑક્સિજન અને ઇથાઇનનું મિશ્રણ વેલ્ડિંગ માટે સળગાવવામાં આવે છે. શું તમે કહી શકો કે શા માટે ઇથાઇન અને હવાના મિશ્રણનો ઉપયોગ થતો નથી ?

4.4 કેટલાંક મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્બન સંયોજનો : ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ (Some Important Carbon Compounds – Ethanol and Ethanoic Acid)

અનેક કાર્બન સંયોજનો આપણા માટે અમૂલ્ય છે, પરંતુ અહીં આપણે ઔદ્યોગિક રીતે અગત્યનાં બે સંયોજનોનો અભ્યાસ કરીશું – ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ.

4.4.1 ઈથેનોલના ગુણધર્મો (Properties of Ethanol)

ઓરડાના તાપમાને ઈથેનોલ પ્રવાહી છે. (ઈથેનોલના ગલન તેમજ ઉત્કલનબિંદુ માટે કોષ્ટક 4.1નો સંદર્ભ લો.) ઈથેનોલને સામાન્ય રીતે આલ્કોહોલ કહેવાય છે અને તે તમામ આલ્કોહોલિક પીણાંનો સક્રિય ઘટક છે. વધુમાં તે સારો દ્રાવક હોવાથી, તે દવાઓ જેવી કે ટિંક્ચર આયોડિન, કફ સિરપ તેમજ અનેક ટૉનિક્સમાં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ઈથેનોલ તમામ પ્રમાણમાં પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. મંદ ઈથેનોલનું થોડી માત્રાનું સેવન નશો ઉત્પન્ન કરે છે. આમ કરવું અપરાધ ભરેલું છે, તેમ છતાં તે સમાજમાં વ્યાપકપણે થાય છે. જોકે શુદ્ધ આલ્કોહોલ (જેને પરિશુદ્ધ (absolute) આલ્કોહોલ કહે છે)ની અલ્પમાત્રા લેવી પણ ઘાતક છે. લાંબા ગાળાના આલ્કોહોલનું સેવન પણ અનેક સ્વાસ્થ્ય-સમસ્યાઓ તરફ દોરી જાય છે.

ઈથેનોલની પ્રક્રિયાઓ (Reactions of Ethanol)

(i) સોડિયમ સાથે પ્રક્રિયા –

પ્રવૃત્તિ 4.6

શિક્ષક દ્વારા નિદર્શન –

- ઈથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ)માં ભાતના બે દાણાના કદ જેટલો સોડિયમનો નાનો ટુકડો નાંખો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમે ઉદ્‌ભવતા વાયુને કેવી રીતે ચકાસશો ?

$$2Na + 2CH_3CH_2OH \rightarrow 2CH_3\ CH_2O^-Na^+ \ + H_2$$

(સોડિયમ ઈથોક્સાઈડ)

આલ્કોહોલની સોડિયમ સાથેની પ્રક્રિયા હાઈડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે. ઈથેનોલ સાથે અન્ય નીપજ સોડિયમ ઈથોક્સાઈડ હોય છે. શું તમે યાદ કરી શકો કે અન્ય કયા પદાર્થો ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા હાઈડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે ?

(ii) અસંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન આપતી પ્રક્રિયા : ઈથેનોલને વધુ સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે 443 K તાપમાને ગરમ કરતાં ઈથેનોલના નિર્જળીકરણના પરિણામે ઈથિન મળે છે.

$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{ગરમ સાંદ્ર}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને નિર્જળીકરણકર્તા (dehydrating agent) ગણી શકાય કે જે ઈથેનોલમાંથી પાણી દૂર કરે છે.

શું તમે જાણો છો ?

આલ્કોહોલ જીવિત મનુષ્યો પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

જ્યારે વધુ માત્રામાં ઈથેનોલનું સેવન કરવામાં આવે ત્યારે તે ચયાપચયની ક્રિયાને ધીમી કરી નાખે છે તેમજ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (Central Nervous System) નિર્બળ કરી નાખે તેના પરિણામે તાલમેલની ઊણપ, માનસિક દુવિધા, આળસ, સામાન્ય નિરોધન ઘટાડે છે અને અંતે બેહોશી આવી શકે છે. વ્યક્તિ રાહત અનુભવે છે, પરંતુ તેને ખ્યાલ નથી આવતો કે તેની વિચારવાની સૂઝ, સમય-નિયંત્રણ સૂઝ તથા સ્નાયુઓના તાલમેલમાં ગંભીર રીતે ઘટાડો થાય છે. ઈથેનોલથી વિપરીત મિથેનોલ થોડી માત્રામાં લેવાથી પણ મૃત્યુ થઈ શકે છે. યકૃતમાં મિથેનોલ ઑક્સિડેશન પામી મિથેનાલ બની જાય છે. મિથેનાલ યકૃતના કોષોનાં ઘટકો સાથે ત્વરિત પ્રક્રિયા કરવા લાગે છે જેથી જીવરસનું એવી જ રીતે સ્કંદન(ગંઠાઈ જવું) થાય છે, જે રીતે ઈંડાને ગરમ કરવાથી થાય છે. મિથેનોલ દૃષ્ટિચેતાને પણ અસર પહોંચાડે છે. જેનાથી વ્યક્તિ અંધ થઈ શકે છે. ઈથેનોલ એક મહત્ત્વનું ઔદ્યોગિક દ્રાવક છે. ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે તૈયાર ઈથેનોલનો દુરુપયોગ થતો રોકવા માટે તેમાં મિથેનોલ જેવો ઝેરી પદાર્થ મિશ્ર કરવામાં આવે છે. જેથી તે પીવા યોગ્ય રહેતું નથી. આલ્કોહોલની આસાનીથી ઓળખ થઈ શકે તે માટે રંગક ઉમેરીને આલ્કોહોલને ભૂરા રંગનો બનાવવામાં આવે છે તેને વિકૃત આલ્કોહોલ (Denatured Alcohol) કહેવામાં આવે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

બળતણ સ્વરૂપે આલ્કોહોલ

શેરડીના છોડ સૂર્યપ્રકાશને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવવા માટેના સૌથી સક્ષમ રૂપાંતરકો પૈકીના એક છે. શેરડીનો રસ મોલાસિસ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે, જે આથવણથી આલ્કોહોલ (ઇથેનોલ) આપે છે. કેટલાક દેશોમાં આલ્કોહોલનો ઉપયોગ પેટ્રોલમાં ઉમેરણ તરીકે કરવામાં આવે છે કારણ કે તે એવું સ્વચ્છ બળતણ છે કે જે પૂરતી હવામાં (ઑક્સિજન) માત્ર કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

4.4.2 ઈથેનોઈક ઍસિડના ગુણધર્મો (Properties of Ethanoic Acid)

ઈથેનોઈક ઍસિડને સામાન્ય રીતે ઍસિટિક ઍસિડ કહેવામાં આવે છે તેમજ તે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ તરીકે ઓળખાતા ઍસિડના સમૂહનો સભ્ય છે. ઍસિટિક ઍસિડના પાણીમાં બનાવેલ 5-8 % દ્રાવણને સરકો (વિનેગર) કહે છે અને તેનો અથાણામાં સંરક્ષક (Preservative) તરીકે ઉપયોગ થાય છે. શુદ્ધ ઈથેનોઈક ઍસિડનું ગલનબિંદુ 290 K છે અને તેથી જ શિયાળામાં ઠંડી આબોહવામાં તે થીજી જાય છે. તેને કારણે તેનું નામ ગ્લેસિયલ ઍસિટિક ઍસિડ છે.

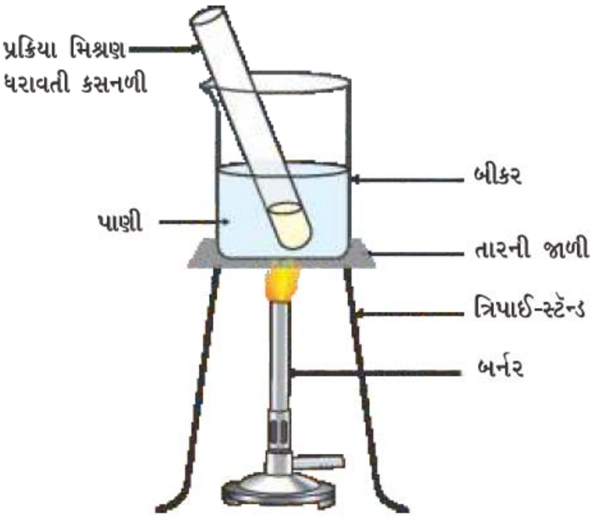
કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના નામે ઓળખાતો કાર્બનિક સંયોજનોનો સમૂહ દેખીતી રીતે તેની વિશિષ્ટ ઍસિડિકતા દ્વારા વર્ગીકૃત થાય છે. જોકે ખનીજ ઍસિડ જેવા કે HCl કે જે સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામે છે. તેનાથી ઊલટું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ નિર્બળ ઍસિડ છે.

પ્રવૃત્તિ 4.7

- લિટમસપેપર અને સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરી મંદ ઍસિટિક ઍસિડ અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ બંનેની pHની સરખામણી કરો.
- શું લિટમસ પેપર કસોટી દ્વારા બંને ઍસિડની ઓળખ થાય છે ?
- શું સાર્વત્રિક સૂચક તેમને એકસરખી પ્રબળતા ધરાવતા ઍસિડ દર્શાવે છે ?

પ્રવૃત્તિ : 4.8

- એક કસનળીમાં 1 mL ઈથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહૉલ) અને 1 mL ગ્લેસિયલ ઍસિટિક ઍસિડ અને સાથે સાથે સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડા ટીંપા ઉમેરો.
- આકૃતિ 4.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેને ઓછામાં ઓછી પાંચ મિનિટ સુધી જળ ઉષ્મકમાં હૂંફાળું ગરમ કરો.
- હવે તેને 20-50 mL પાણી ધરાવતા બીકરમાં રેડો અને તે મિશ્રણને સૂંઘો.



આકૃતિ 4.11
એસ્ટરનું નિર્માણ

ઈથેનોઈક ઍસિડની પ્રક્રિયાઓ :

(i) એસ્ટરીકરણ પ્રક્રિયા : એસ્ટર મુખ્યત્વે ઍસિડ અને આલ્કોહોલની પ્રક્રિયાથી બને છે. ઈથેનોઈક ઍસિડ ખનીજ ઍસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી એસ્ટર બનાવે છે.

$$\underset{\text{(ઈથેનોઈક ઍસિડ)}}{CH_3-COOH} + \underset{\text{(ઈથેનોલ)}}{CH_3-CH_2OH} \xrightleftharpoons{\text{ઍસિડ}} \underset{\text{(એસ્ટર)}}{CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-CH_3} + H_2O$$

એસ્ટર મીઠી વાસ ધરાવતા પદાર્થો છે. તેનો ઉપયોગ અત્તર બનાવવા અને સ્વાદ ઉત્પન્ન-કર્તા પદાર્થ તરીકે થાય છે. સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ જે આલ્કલી છે તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતાં એસ્ટરનું રૂપાંતર પાછું આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષારમાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા સાબુનીકરણ (Saponification) કહેવાય છે કારણ કે તે સાબુની બનાવટમાં વપરાય છે. સાબુ લાંબી શૃંખલાયુક્ત કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટૅશિયમ ક્ષારો છે.

$$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow{NaOH} C_2H_5OH + CH_3COONa$$

(ii) બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા : ખનીજ ઍસિડની માફક, ઇથેનોઇક ઍસિડ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ જેવા બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર (સોડિયમ ઇથેનોએટ અથવા સામાન્ય રીતે કહેવાતો સોડિયમ એસિટેટ) તથા પાણી બનાવે છે.

$$NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

ઇથેનોઇક ઍસિડ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

આ જાણવા માટે ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 4.9

- પ્રકરણ 2, પ્રવૃત્તિ 2.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણ કરો.
- એક કસનળીમાં એક સ્પેચ્યુલા (spatula) ભરીને સોડિયમ કાર્બોનેટ લો અને તેમાં 2 mL મંદ ઇથેનોઇક ઍસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉદ્ભવતા વાયુને તાજા બનાવેલા ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું ઇથેનાઇક ઍસિડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટ વચ્ચેની પ્રક્રિયાથી ઉદ્ભવતા વાયુની ઓળખ આ કસોટીથી થઈ શકે છે ?
- સોડિયમ કાર્બોનેટને બદલે સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ લઈ આ પ્રવૃત્તિ ફરીથી કરો.

(iii) કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા : ઇથેનોઇક ઍસિડ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી બનાવે છે. ઉત્પન્ન થતા ક્ષારને સામાન્ય રીતે સોડિયમ એસિટેટ કહેવાય છે.

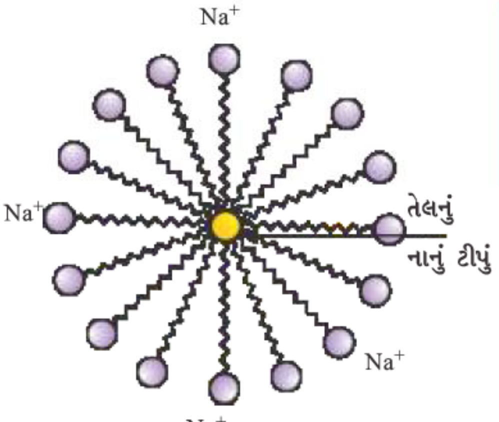
$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

પ્રશ્નો

1. પ્રાયોગિક ધોરણે તમે આલ્કોહોલ અને કાર્બૉક્સિલિક ઍસિડને કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?
2. ઑક્સિડેશનકર્તા એટલે શું ?

4.5 સાબુ અને પ્રક્ષાલકો (Soaps and Detergents)



આકૃતિ 4.12
મિસેલનું નિર્માણ

R4V5X4

પ્રવૃત્તિ 4.10

- બે કસનળીમાંની દરેકમાં 10 mL પાણી લો.
- બંનેમાં એક ટીપું તેલ (ખાદ્યતેલ) ઉમેરો અને તેને 'A' અને 'B' નામ આપો.
- કસનળી 'B'માં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- હવે બંને કસનળીને એકસમાન સમય માટે વધુ હલાવો.
- શું તમે તેમને હલાવવાનું બંધ કર્યા પછી તરત જ બંને કસનળીમાં તેલ અને પાણીના સ્તરને અલગ જોઈ શકો છો ?
- થોડા સમય માટે બંને કસનળીને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર રાખી મૂકો અને અવલોકન કરો. શું તેલનું સ્તર અલગ થાય છે ? આવું સૌપ્રથમ કઈ કસનળીમાં થાય છે ?

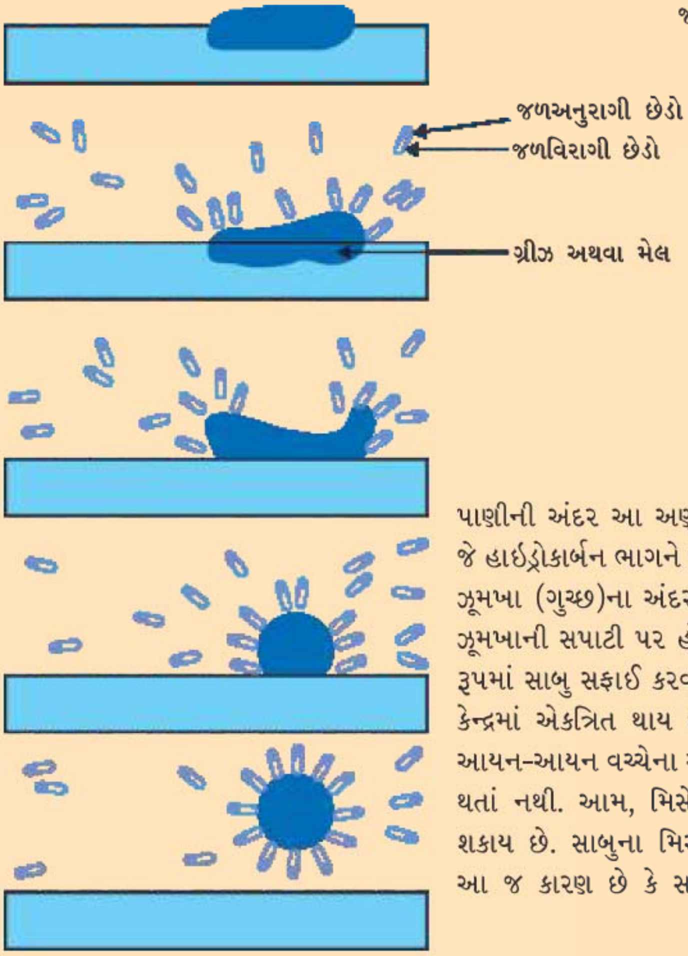
આ પ્રવૃત્તિ સફાઈમાં સાબુની અસર દર્શાવે છે. મોટે ભાગે મેલ (dirt) સ્વભાવે તૈલી હોય છે અને તમે જાણો છો તેમ, તેલ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ શકતું નથી. સાબુના અણુ લાંબી શૃંખલા ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટૅશિયમ ક્ષાર છે. સાબુનો આયનીય છેડો પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે, જ્યારે કાર્બન શૃંખલા તેલમાં દ્રાવ્ય થાય છે. આમ, સાબુના અણુ મિસેલ તરીકે ઓળખાતી રચના બનાવે છે (આકૃતિ 4.12), જ્યાં અણુઓનો એક છેડો તેલનાં ટીપાં તરફ જ્યારે આયનીય છેડો બહાર તરફ હોય છે. તે પાણીમાં પાયસો (ઇમલ્શન)ની રચના કરે છે. આમ, સાબુનું મિસેલ મેલને પાણીમાં ખેંચી લાવવામાં મદદ કરે છે અને આપણે આપણાં કપડાં ધોઈને ચોખ્ખાં કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.13).

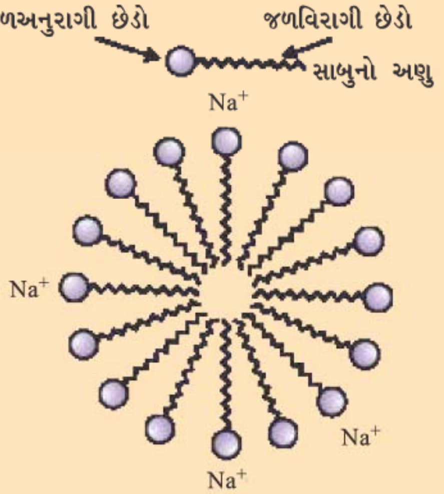
શું તમે સાબુને હાઇડ્રોકાર્બનમાં ઓગાળવાથી બનતી મિસેલની સંરચના દોરી શકશો ?

વધુ જાણવા જેવું

મિસેલ

સાબુ એવા અણુ છે કે જેના બંને છેડા અલગ ગુણધર્મો ધરાવે છે. એક જળઅનુરાગી (hydrophilic) જે પાણી સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે, જ્યારે બીજો છેડો જળવિરાગી (hydrophobic) જે હાઇડ્રોકાર્બન સાથે પારસ્પરિક પ્રક્રિયા કરે છે. જ્યારે સાબુ પાણીની સપાટી પર રહેલો હોય છે ત્યારે સાબુની જળવિરાગી 'પૂંછડી' પાણીમાં દ્રાવ્ય થશે નહિ અને સાબુનો આયનીય છેડો પાણીની અંદર અને હાઇડ્રોકાર્બન 'પૂંછડી' પાણીની બહારની તરફ રહે તે રીતે સાબુ પાણીની સપાટી પર ગોઠવાશે.





પાણીની અંદર આ અણુઓની એક વિશિષ્ટ પ્રકારની ગોઠવણી હોય છે જે હાઇડ્રોકાર્બન ભાગને પાણીની બહાર રાખે છે. આમ, જળવિરાગી પૂંછડી ઝૂમખા (ગુચ્છ)ના અંદરના ભાગમાં હોય છે જ્યારે તેનો આયનીય છેડો ઝૂમખાની સપાટી પર હોય છે. આ રચના મિસેલ કહેવાય છે. મિસેલના રૂપમાં સાબુ સફાઈ કરવા માટે સક્ષમ હોય છે, કેમકે તૈલી મેલ મિસેલના કેન્દ્રમાં એકત્રિત થાય છે. આ મિસેલ દ્રાવણમાં કલિલ સ્વરૂપે રહે છે આયન-આયન વચ્ચેના અપાકર્ષણના કારણે તે અવક્ષેપિત થવા માટે એકત્ર થતાં નથી. આમ, મિસેલમાં નિલંબિત થયેલા મેલને આસાનીથી ધોઈ શકાય છે. સાબુના મિસેલ મોટા પાયે પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરી શકે છે. આ જ કારણ છે કે સાબુનું દ્રાવણ ધૂંધળું (વાદળ જેવું) દેખાય છે.

આકૃતિ 4.13 સફાઈકાર્યમાં સાબુની અસર

પ્રવૃત્તિ 4.11

- જુદી-જુદી કસનળીમાં 10 mL નિસ્યંદિત પાણી (અથવા વરસાદનું પાણી) અને 10 mL કઠિન પાણી (કૂવાનું અથવા હૅન્ડપંપનું પાણી) લો.
- બંનેમાં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એક સમાન સમય માટે જોશપૂર્વક હલાવો અને ઉત્પન્ન થતા ફીણની માત્રાનું અવલોકન કરો.
- કઈ કસનળીમાં તમને વધારે ફીણ મળે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે ?

શિક્ષક માટે નોંધ : જો તમારી આસપાસ કઠિન પાણી ઉપલબ્ધ ન હોય તો પાણીમાં મૅગ્નેશિયમ કે કૅલ્શિયમના હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ/સલ્ફેટ/ ક્લોરાઇડ ઓગાળીને કઠિન પાણી તૈયાર કરો.

પ્રવૃત્તિ 4.12

- બે કસનળી લઈ તે દરેકમાં 10 mL કઠિન પાણી લો.
- એકમાં સાબુના દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં અને બીજામાં પ્રક્ષાલકનાં દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એકસમાન સમય સુધી હલાવો.
- શું બંને કસનળીઓ ફીણનું સમાન પ્રમાણ ધરાવે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવો ઘન પદાર્થ ઉદ્ભવે છે ?

શું તમે સ્નાન કરતી વખતે ક્યારેય એવો અનુભવ કર્યો છે કે ફીણ મુશ્કેલીથી બની રહ્યું છે અને પાણીથી શરીર ધોઈ લીધા પછી કોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ (મેલનું સ્તર) જમા રહે છે ? આવું એટલા માટે થાય છે કે સાબુ કઠિન પાણીમાં રહેલ કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ ક્ષારો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. જેનાથી તમારે વધુ માત્રામાં સાબુનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. અન્ય વર્ગનાં સંયોજનો કે જેને પ્રક્ષાલકો કહે છે તેનો સફાઈકર્તા (cleansing agents) તરીકે ઉપયોગ કરી આ સમસ્યાનું નિવારણ લાવી શકાય છે. પ્રક્ષાલકો સામાન્ય રીતે સલ્ફોનિક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષાર કે ક્લોરાઇડ અથવા બ્રોમાઇડ આયનો ધરાવતા એમોનિયમ ક્ષાર છે. બંને લાંબી હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે. આ સંયોજનોના વીજભારિત છેડા કઠિન પાણીમાં હાજર કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ આયનો સાથે અદ્રાવ્ય અવક્ષેપ બનાવતા નથી. આમ, તે કઠિન પાણીમાં પણ અસરકારક રહે છે. સામાન્ય રીતે પ્રક્ષાલકોનો ઉપયોગ શેમ્પૂ અને કપડાં ધોવાના પદાર્થો બનાવવા માટે થાય છે.

પ્રશ્નો

1. શું તમે પ્રક્ષાલકનો ઉપયોગ કરી ચકાસી શકો છો કે પાણી કઠિન છે કે નહિ ?
2. લોકો કપડાં ધોવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે. સામાન્ય રીતે સાબુ ઉમેર્યા પછી લોકો કપડાં પથ્થર પર પછાડે છે કે પાવડી (Paddle) સાથે પછાડે છે. બ્રશથી ઘસે છે અથવા મિશ્રણને વૉશિંગ મશીનમાં ક્ષોભિત (ખુબ જોરથી હલાવે) (agitate) કરે છે. સાફ કપડાં મેળવવા માટે તેને ઘસવાની જરૂર શા માટે પડે છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- કાર્બન એક સર્વતોમુખી તત્ત્વ છે જે તમામ સજીવો તેમજ આપણા ઉપયોગમાં આવતી અનેક વસ્તુઓનો પાયાનો પદાર્થ છે.
- તે ચતુઃસંયોજકતા તેમજ કેટેનેશનનો ગુણધર્મ દર્શાવે છે, તેના કારણે કાર્બન દ્વારા મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોની રચના થાય છે.
- સહસંયોજક બંધની રચના બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારીથી થાય છે કે જેથી બંને સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરે છે.
- કાર્બન પોતાની જ સાથે તેમજ અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, સલ્ફર, નાઇટ્રોજન અને ક્લોરિન સાથે સહસંયોજક બંધ રચે છે.
- કાર્બન અન્ય કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિ અથવા ત્રિબંધ હોય એવાં સંયોજનો પણ રચે છે જેમાં આ કાર્બનની શૃંખલાઓ સરળ શૃંખલા, શાખિય શૃંખલા અથવા વલયના રૂપમાં હોઈ શકે છે.
- કાર્બનની શૃંખલા બનાવી શકવાની ક્ષમતાને કારણે સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી ઉદ્ભવે છે કે જેમાં જુદી-જુદી લંબાઈ ધરાવતી કાર્બન શૃંખલાઓ સાથે સમાન ક્રિયાશીલ સમૂહ જોડાયેલ હોય છે.
- ક્રિયાશીલ સમૂહો જેવાં કે આલ્કોહોલ, આલ્ડિહાઇડ, કિટોન અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનોના લાક્ષણિક ગુણધર્મો જે-તે ક્રિયાશીલ સમૂહને આભારી છે.
- કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો આપણા બળતણના મુખ્ય સ્રોતો પૈકીના અમુક છે.
- ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ એવાં કાર્બન સંયોજનો છે કે જેમનું આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઘણું મહત્ત્વ છે.
- સાબુ અને પ્રક્ષાલકની પ્રક્રિયા અણુમાં રહેલા જળઅનુરાગી અને જળવિરાગી સમૂહોની હાજરી પર આધારિત છે. તેની મદદથી તૈલી મેલના પાયસો (ઇમલ્સન) રચાય છે અને મેલ દૂર થાય છે.

સ્વાધ્યાય

W8A4K5

1. ઈથેન અણુનું આણ્વીય સૂત્ર C_2H_6 છે, તેમાં

(a) 6 સહસંયોજક બંધ છે.

(b) 7 સહસંયોજક બંધ છે.

(c) 8 સહસંયોજક બંધ છે.

(d) 9 સહસંયોજક બંધ છે.

2. બ્યુટેનોન ચાર-કાર્બન ધરાવતું સંયોજન છે કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહ

(a) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (b) આલ્ડિહાઇડ

(c) કિટોન (d) આલ્કોહોલ

3. ખોરાક રાંધતી વખતે, જો વાસણના તળિયા બહારથી કાળા થઈ રહ્યા હોય, તો તેનો અર્થ એ છે કે

(a) ખોરાક સંપૂર્ણ રંધાયો નથી.

(b) બળતણનું સંપૂર્ણ દહન થયું નથી.

(c) બળતણ ભીનું છે.

(d) બળતણ સંપૂર્ણ દહન પામી રહ્યું છે.

4. CH_3Cl માં બંધ નિર્માણનો ઉપયોગ કરી સહસંયોજક બંધની પ્રકૃતિ સમજાવો.

5. ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરો.

(a) ઇથેનોઇક ઍસિડ

(b) H_2S

(c) પ્રોપેનોન

(d) F_2

6. સમાનધર્મી શ્રેણી એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

7. ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડને તમે કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?

8. જ્યારે સાબુને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે મિસેલનું નિર્માણ શા માટે થાય છે ? શું ઇથેનોલ જેવા બીજા દ્રાવકો દ્વારા પણ મિસેલનું નિર્માણ થશે ?

9. કાર્બન અને તેનાં સંયોજનોનો ઉપયોગ મોટે ભાગે બળતણ તરીકે શા માટે થાય છે ?

10. કઠિન પાણીમાં સાબુનો ઉપયોગ કરવાથી થતાં ફીણનું નિર્માણ સમજાવો.

11. જો તમે લિટમસ પેપર (લાલ અથવા ભૂરું)થી સાબુને ચકાસો તો શું ફેરફાર અવલોકિત કરશો ?

12. હાઇડ્રોજનીકરણ એટલે શું ? તેની ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા શું છે ?

13. આપેલ હાઇડ્રોકાર્બન પૈકી કોની યોગશીલ પ્રક્રિયા થાય છે :

C_2H_6, C_3H_8, C_3H_6, C_2H_2 અને CH_4

14. સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને વિભેદિત કરવા ઉપયોગમાં લેવાતી એક કસોટી જણાવો.

15. સાબુની સફાઈક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજાવો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

(I) આણ્વીય મૉડેલ કિટનો ઉપયોગ કરીને આ પ્રકરણમાં તમે શીખી ગયેલ સંયોજનોના મૉડેલ બનાવો.

(II) ■ એક બીકરમાં 20 mL એરંડાનું તેલ/કપાસના બીજનું તેલ/ તલનું તેલ/સોયાબિનનું તેલ લો. તેમાં 20 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું 30 mL દ્રાવણ ઉમેરો. મિશ્રણને ઘટ્ટ બને ત્યાં સુધી થોડા સમય માટે હલાવતા-હલાવતાં ગરમ કરો. તેમાં 5-10 g સામાન્ય ક્ષાર (મીઠું) ઉમેરો. મિશ્રણને યોગ્ય રીતે હલાવીને તેને ઠંડું કરો.

■ સાબુને તમે આકર્ષક આકારમાં કાપી શકો છો. તેના જામી જતાં પહેલાં તમે તેમાં અત્તર પણ ઉમેરી શકો છો.

પ્રકરણ 5
તત્ત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ (Periodic Classification of Elements)

Z9M1T7

ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે આપણી આસપાસની વસ્તુઓ તત્ત્વો, સંયોજનો અને મિશ્રણ રૂપે હાજર છે અને આ તત્ત્વો એક જ પ્રકારના પરમાણુઓ ધરાવે છે. શું તમે જાણો છો કે આજ દિન સુધી કેટલાં તત્ત્વો જાણીતાં થયાં છે ? હાલમાં 118 તત્ત્વો આપણા માટે જાણીતાં છે. આ તમામ તત્ત્વો જુદાં-જુદાં ગુણધર્મો ધરાવે છે. આ 118 પૈકી માત્ર 94 કુદરતી રીતે પ્રાપ્ય છે.

જેમ-જેમ જુદાં-જુદાં તત્ત્વોની શોધ થતી ગઈ તેમ-તેમ વૈજ્ઞાનિકોએ આ તત્ત્વોના ગુણધર્મો વિશે વધુ ને વધુ માહિતી એકત્ર કરી. તેઓને તત્ત્વોની આ માહિતીઓને વ્યવસ્થિત ગોઠવવી ઘણી મુશ્કેલ લાગી. તેમણે તેમના ગુણધર્મોમાં કોઈ ભાત (pattern) શોધવાનું શરૂ કર્યું કે જેના આધારે આટલી મોટી સંખ્યાનાં તત્ત્વોનો તેઓ સરળતાથી અભ્યાસ કરી શકે.

5.1 અવ્યવસ્થિતને વ્યવસ્થિત કરવું - તત્ત્વોના વર્ગીકરણના પ્રારંભિક પ્રયત્નો (Making Order Out of Chaos- Early Attempts at the Classification of Elements)

P9A6R8

આકૃતિ 5.1

કલ્પના કરો કે તમને અને તમારા મિત્રોને ટુકડામાં વિભાજિત થયેલ એક નકશો મળે છે જે કોઈ ખજાનાની જગ્યા બતાવે છે. શું તે ખજાના સુધીનો રસ્તો જાણવો સહેલો હશે કે અવ્યવસ્થા ધરાવતો હશે? રસાયણવિજ્ઞાનમાં પણ આવી જ અવ્યવસ્થા હતી કે તત્ત્વો તો જાણીતાં હતાં પરંતુ તેમના વર્ગીકરણ અને અભ્યાસ કેવી રીતે કરવા તે અંગેનું કોઈ સૂચન ન હતું.

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે જુદી-જુદી વસ્તુઓ અથવા સજીવોને તેમના ગુણધર્મોના આધારે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. અન્ય પરિસ્થિતિઓમાં પણ આપણને કેટલાક ગુણધર્મો પર આધારિત વ્યવસ્થાનાં ઉદાહરણો જોવા મળે છે. જેમકે દુકાનમાં સાબુને એક સાથે એક જ જગ્યાએ રાખવામાં આવે છે જ્યારે બિસ્કિટને એકસાથે અન્ય જગ્યા પર રાખવામાં આવે છે. સાબુમાં પણ નાહવાના સાબુઓને કપડાં ધોવાના સાબુઓથી અલગ રાખવામાં આવે છે. આ જ રીતે વૈજ્ઞાનિકોએ પણ તત્ત્વોને તેમના ગુણધર્મોના આધારે વર્ગીકૃત કરવા માટે ઘણા પ્રયત્નો કર્યા અને અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત ક્રમિક ગોઠવણી મેળવી.

તત્ત્વોના વર્ગીકરણ માટેના સૌપ્રથમ પ્રયત્નના પરિણામ સ્વરૂપે જાણીતાં તત્ત્વોને ધાતુઓ અને અધાતુઓના જૂથમાં વહેંચવામાં આવ્યા. ત્યાર બાદ જેમ તત્ત્વો અને તેના ગુણધર્મો વિશે આપણું જ્ઞાન વધતું ગયું તેમ વધુ વર્ગીકરણ માટેના પ્રયત્નો થતા ગયા.

5.1.1 ડોબરેનરની ત્રિપુટી (Döbereiner's Triads)

1817 ના વર્ષમાં જર્મન રસાયણવિજ્ઞાની જ્હૉન વુલ્ફગેંગ ડોબરેનરે (Johann Wolfgang Döbereiner) સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને જૂથમાં ગોઠવવાનો પ્રયાસ કર્યો. તેમણે ત્રણ તત્ત્વો ધરાવતાં કેટલાંક જૂથો ઓળખી બતાવ્યાં, તેથી તેમણે તે જૂથોને 'ત્રિપુટી' કહ્યા. ડોબરેનરે દર્શાવ્યું કે, ત્રિપુટીનાં ત્રણ તત્ત્વોને તેમના પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવામાં આવે ત્યારે

મધ્યમાં રહેલા તત્ત્વનું પરમાણ્વીય દળ અન્ય બે તત્ત્વોના પરમાણ્વીય દળના લગભગ સરેરાશ જેટલું થાય છે.

ઉદાહરણ તરીકે લિથિયમ (Li), સોડિયમ (Na) અને પોટૅશિયમ (K) ધરાવતી ત્રિપુટી લો. જેના પરમાણ્વીય દળ ક્રમશ : 6.9, 23.0 અને 39.0 છે. Li અને Kના પરમાણ્વીય દળની સરેરાશ શું છે ? Naના પરમાણ્વીય દળ સાથે તેની તુલના કેવી રીતે કરી શકીએ ?

નીચે (કોષ્ટક 5.1) ત્રણ તત્ત્વોનાં કેટલાંક જૂથો આપેલ છે. આ તત્ત્વોને પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં ઉપરથી નીચે તરફ ગોઠવવામાં આવ્યા છે. શું તમે શોધી શકો કે આ જૂથો પૈકી કયું ડોબરેનરની ત્રિપુટી બનાવે છે ?

કોષ્ટક 5.1

જૂથ A તત્ત્વ	પરમાણ્વીય દળ	જૂથ B તત્ત્વ	પરમાણ્વીય દળ	જૂથ C તત્ત્વ	પરમાણ્વીય દળ
N	14.0	Ca	40.1	Cl	35.5
P	31.0	Sr	87.6	Br	79.9
As	74.9	Ba	137.3	I	126.9

તમે શોધી શકશો કે સમૂહ B તથા C ડોબરેનરની ત્રિપુટી બનાવે છે. ડોબરેનર તે સમયે જાણીતાં તત્ત્વોમાં માત્ર ત્રણ જ ત્રિપુટીઓ જાણી શક્યા હતા (કોષ્ટક 5.2). તેથી ત્રિપુટીમાં વર્ગીકૃત કરવાની આ પદ્ધતિ સફળ ન રહી.

કોષ્ટક 5.2
ડોબરેનરની ત્રિપુટીઓ

Li	Ca	Cl
Na	Sr	Br
K	Ba	I

જ્હોન વુલ્ફગેંગ ડોબરેનર (1780-1849)

જ્હોન વુલ્ફગેંગ ડોબરેનરે જર્મનીના મ્યુન્શબર્ગમાં ઔષધીય વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કર્યો અને તે પછી સ્ટ્રેસબર્ગમાં રસાયણશાસ્ત્રનો અભ્યાસ કર્યો. આખરે તે જેના (Jena) વિશ્વવિદ્યાલયમાં રસાયણશાસ્ત્ર અને ઔષધીય વિજ્ઞાનના પ્રોફેસર બની ગયા. ડોબરેનરે જ સૌપ્રથમ પ્લેટિનમનું ઉદ્દીપક તરીકે અવલોકન કર્યું તથા તત્ત્વોની સામ્યતા ધરાવતી ત્રિપુટીની શોધ કરી. જેનાથી તત્ત્વોના આવર્ત કોષ્ટકનો વિકાસ થયો.

5.1.2 ન્યૂલૅન્ડનો અષ્ટકનો નિયમ (Newlands' Law of Octaves)

ડોબરેનરના પ્રયાસોએ બીજા રસાયણશાસ્ત્રીઓને તત્ત્વોના ગુણધર્મોના તેમના પરમાણ્વીય દળ સાથે સંબંધ સ્થાપવા માટે પ્રોત્સાહિત કર્યા. 1866 માં અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક જ્હોન ન્યૂલૅન્ડે (John Newlands) જાણીતાં તત્ત્વોને પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવ્યા. તેમણે સૌથી ઓછા પરમાણ્વીય દળ ધરાવતા તત્ત્વ (હાઇડ્રોજન)થી શરૂઆત કરી તથા 56મા તત્ત્વ થોરિયમ પર તેને પૂર્ણ કર્યું. તેમણે જોયું કે પ્રત્યેક આઠમા તત્ત્વના ગુણધર્મ પ્રથમ તત્ત્વના ગુણધર્મને મળતા આવે છે. તે જાણી તેની તુલના સંગીતના સૂરો સાથે કરી અને તેથી જ તેમણે તેને 'અષ્ટકનો સિદ્ધાંત' કહ્યો. તે 'ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકનો નિયમ' તરીકે જાણીતો છે. ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકમાં લિથિયમ અને સોડિયમના ગુણધર્મો સમાન હતા. સોડિયમ, લિથિયમ પછીનું આઠમું તત્ત્વ છે. આ જ રીતે બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમ એકબીજાને મળતા આવે છે. ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકના મૂળ સ્વરૂપનો એક ભાગ કોષ્ટક 5.3 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 5.3 ન્યૂલૅન્ડનું અષ્ટક

સંગીતના સૂર :	સા (ડો)	રે (રે)	ગ (મિ)	મ (ફા)	પ (સો)	ધ (લા)	નિ (ટિ)
	H	Li	Be	B	C	N	O
	F	Na	Mg	Al	Si	P	S
	Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
	Co તથા Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
	Br	Rb	Sr	Ce તથા La	Zr	–	–

શું તમે જાણો છો ?

શું તમે સંગીતના સૂરોથી પરિચિત છો ?

ભારતીય સંગીત પ્રણાલીમાં સંગીતના સાત સૂર હોય છે – સા, રે, ગ, મ, પ, ધ, નિ. પશ્ચિમમાં લોકો આ સૂરોના આ પ્રકારે ઉપયોગ કરે છે. – ડો, રે, મિ, ફા, સો, લા, ટિ. સૂરના માપક્રમ, પૂર્ણ અને અર્ધ પદ આવૃત્તિ વિરામથી અલગ કરેલ છે. આ સૂરોનો ઉપયોગ કરી કોઈ સંગીતકાર સંગીતની રચના કરે છે. તે સ્પષ્ટ છે કે સૂર વારંવાર પુનરાવર્તિત કરાય છે. પ્રત્યેક આઠમો સૂર પ્રથમ સૂર જેવો હોય છે તથા તે પછીની પંક્તિનો પ્રથમ સૂર હોય છે.

- એવું શોધાયું છે કે અષ્ટકનો સિદ્ધાંત માત્ર કૅલ્શિયમ સુધી જ લાગુ પડતો હતો કારણ કે કૅલ્શિયમ પછી પ્રત્યેક આઠમા તત્ત્વના ગુણધર્મ પહેલા તત્ત્વને મળતા આવતા નથી.
- ન્યૂલૅન્ડે કલ્પના કરી કે કુદરતમાં માત્ર 56 તત્ત્વો હાજર છે અને ભવિષ્યમાં કોઈ અન્ય તત્ત્વ શોધાશે નહિ. પરંતુ ત્યાર બાદ અનેક નવાં તત્ત્વો શોધાયાં જેના ગુણધર્મો અષ્ટકના સિદ્ધાંતમાં બંધબેસતા નથી.
- પોતાના કોષ્ટકમાં તત્ત્વોને બંધ બેસાડવા માટે ન્યૂલૅન્ડે બે તત્ત્વોને એક જૂથમાં (slot) રાખી દીધા પરંતુ કેટલાંક અસમાન તત્ત્વોને પણ એક જૂથમાં રાખ્યા. શું તમે કોષ્ટક 5.3માં આવાં ઉદાહરણ શોધી શકો છો ? ધ્યાન આપો કે કોબાલ્ટ અને નિકલ એક જ જૂથમાં છે અને એક સાથે જ ફ્લોરિન, ક્લોરિન અને બ્રોમિન સાથે હરોળમાં રાખવામાં આવ્યા છે જેમના ગુણધર્મો આ તત્ત્વો કરતાં જુદાં છે. આયર્ન કે જે કોબાલ્ટ અને નિકલ સાથે ગુણધર્મોમાં સમાનતા ધરાવે છે તેને આ તત્ત્વોથી દૂર રાખવામાં આવ્યું છે.

આમ, ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકનો સિદ્ધાંત માત્ર હલકાં તત્ત્વો માટે જ યોગ્ય ઠર્યો.

પ્રશ્નો

1. શું ડોબરેનરની ત્રિપુટી ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકના સમૂહમાં પણ જોવા મળે છે ? સરખામણી કરી શોધી કાઢો.
2. ડોબરેનરના વર્ગીકરણની મર્યાદાઓ શું છે ?
3. ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકના સિદ્ધાંતની મર્યાદાઓ શું છે ?

5.2 અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કરવું–મેન્ડેલીફનું આવર્ત કોષ્ટક (Making Order Out of Chaos - Mendeleev's Periodic Table)

K4D1I3

ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકનો સિદ્ધાંત અસ્વીકાર્ય થયા બાદ પણ અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ તત્ત્વોના ગુણધર્મોનો તેમના પરમાણ્વીય દળ સાથેના સંબંધની ભાત (pattern) શોધવાનું ચાલુ રાખ્યું.

તત્ત્વોના વર્ગીકરણનો મુખ્ય શ્રેય રશિયન રસાયણશાસ્ત્રી દમિત્રી ઈવાનોવિચ મેન્ડેલીફને (Dmitri Ivanovich Mendele'ev) ફાળે જાય છે. તત્ત્વોના આવર્તકોષ્ટકના પ્રારંભિક વિકાસમાં તેમનું યોગદાન મુખ્ય રહ્યું, કે જેમાં તત્ત્વોને તેમના મૂળભૂત ગુણધર્મો, પરમાણ્વીય દળ અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં સામ્યતાના આધારે ગોઠવવામાં આવ્યા હતા.

દમિત્રી ઈવાનોવિચ મેન્ડેલીફ (1834-1907)

મેન્ડેલીફનો જન્મ 8 ફેબ્રુઆરી, 1834માં રશિયાના પશ્ચિમી સાઇબિરિયાના ટોબોલ્સ્કમાં થયો હતો. તેમની પ્રાથમિક શિક્ષા પછી મેન્ડેલીફ પોતાની માતાના પ્રયાસોને કારણે વિશ્વવિદ્યાલયમાં પ્રવેશ મેળવી શક્યા. પોતાની શોધને તેમણે પોતાની માતાને સમર્પિત કરતાં લખ્યું, ''તેણીએ મને ઉદાહરણ આપી સમજાવ્યું, પ્રેમથી સમજાવ્યું, પોતાનાં બાકી કાર્ય અને શક્તિનો ઉપયોગ કરીને મારી સાથે જુદી-જુદી જગ્યાઓએ પ્રવાસ કર્યો. તેણી જાણતી હતી કે વિજ્ઞાનની મદદથી, હિંસા વગર પરંતુ પ્રેમ અને દૃઢતાથી અંધવિશ્વાસ, અસત્ય ધારણાઓ અને ભૂલોને દૂર કરી શકાય છે.'' તેમના દ્વારા આપેલ તત્ત્વોની ગોઠવણીને મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક કહે છે. આવર્તકોષ્ટક રસાયણશાસ્ત્રમાં એક જ એવો નિયમ સાબિત થયો કે, જેનાથી નવાં તત્ત્વોની શોધને પ્રેરણા મળી.

જ્યારે મેન્ડેલીફે પોતાનાં કાર્યની શરૂઆત કરી ત્યારે 63 તત્ત્વો જાણીતાં હતાં. તેમણે તત્ત્વોના પરમાણ્વીય દળ અને તેમના ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચેના સંબંધો તપાસ્યા. રાસાયણિક ગુણધર્મોની વચ્ચે મેન્ડેલીફે તત્ત્વોના ઑક્સિજન અને હાઇડ્રોજન સાથે બનતાં સંયોજનો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. તેમણે ઑક્સિજન અને હાઇડ્રોજનને પસંદ કર્યા કેમ કે તે અતિસક્રિય છે તથા મોટા ભાગનાં તત્ત્વો સાથે સંયોજનો બનાવે છે. તત્ત્વો દ્વારા બનતા હાઇડ્રાઇડ અને ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોને તત્ત્વના વર્ગીકરણ માટેના મૂળભૂત ગુણધર્મો પૈકીના એક ગુણધર્મ તરીકે ગણવામાં આવ્યો. ત્યાર બાદ તેમણે 63 કાર્ડ લીધા અને પ્રત્યેક કાર્ડ પર એક તત્ત્વના ગુણધર્મો લખ્યા. તેમણે સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને અલગ કર્યાં અને તે કાર્ડ પર ટાંકણી લગાવીને દીવાલ પર એકસાથે લગાવ્યા. તેમણે અવલોકન કર્યું કે મોટા ભાગનાં તત્ત્વોને આવર્તકોષ્ટકમાં સ્થાન મળી ગયું હતું તથા પોતાના પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં તે તત્ત્વો ગોઠવાઈ ગયાં હતાં. તે પણ અવલોકન કરવામાં આવ્યું કે સમાન ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવતાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વો એક નિશ્ચિત વિરામ પછી ફરીથી આવે છે તેને આધારે મેન્ડેલીફે આવર્ત નિયમ બનાવ્યો. જે દર્શાવે છે કે 'તત્ત્વોના ગુણધર્મો તેના પરમાણ્વીય દળના આવર્તનીય વિધેય છે.'

મેન્ડેલીફનાં આવર્તકોષ્ટકમાં ઊભા સ્તંભ કે જેને 'સમૂહ' તથા આડી હરોળ કે જેને 'આવર્ત' કહે છે તેનો સમાવેશ થયેલ છે (કોષ્ટક 5.4).

કોષ્ટક **5.4** મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક

સમૂહ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ઑક્સાઇડ હાઇડ્રાઇડ	R_2O RH	RO RH_2	R_2O_3 RH_3	RO_2 RH_4	R_2O_5 RH_3	RO_3 RH_2	R_2O_7 RH	RO_4
આવર્ત ↓	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	સંક્રાંતિ શ્રેણી
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	Si 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 પ્રથમ શ્રેણી :	K 39.102	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.90	V 50.94	Cr 50.20	Mn 54.94	Fe Co Ni 55.85 58.93 58.71
દ્વિતીય શ્રેણી :	Cu 63.54	Zn 65.37	Ga 69.72	Ge 72.59	As 74.92	Se 78.96	Br 79.909	
5 પ્રથમ શ્રેણી :	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 99	Ru Rh Pd 101.07 102.91 106.4
દ્વિતીય શ્રેણી :	Ag 107.87	Cd 112.40	In 114.82	Sn 118.69	Sb 121.75	Te 127.60	I 126.90	
6 પ્રથમ શ્રેણી :	Cs 132.90	Ba 137.34	La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85		Os Ir Pt 190.2 192.2 195.09
દ્વિતીય શ્રેણી :	Au 196.97	Hg 200.59	Tl 204.37	Pb 207.19	Bi 208.98			

મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક 1872 માં જર્મન સામયિક (Journal)માં પ્રકાશિત થયું હતું. સમૂહની ઉપર ઑક્સાઇડ તથા હાઇડ્રાઇડના સૂત્રમાં અંગ્રેજી અક્ષર 'R' સમૂહના કોઈ પણ તત્ત્વને દર્શાવે છે. સૂત્ર લખવાની ઢબ પર ધ્યાન આપો. ઉદાહરણ તરીકે કાર્બનના હાઇડ્રાઇડ, CH_4 ને RH_4 તરીકે તથા તેના ઑક્સાઇડ CO_2 ને RO_2 તરીકે લખવામાં આવેલું છે.

5.2.1 મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની ઉપલબ્ધિઓ (Achievements of Mendeleev's Periodic Table)

આવર્તકોષ્ટક ગોઠવતી વખતે કેટલાક એવા દાખલા બન્યા કે જ્યાં થોડા વધુ પરમાણ્વીય દળ ધરાવતા તત્ત્વને થોડા ઓછા પરમાણ્વીય દળ ધરાવતા તત્ત્વ કરતાં પહેલા મૂકવું પડ્યું. ક્રમ ઊલટો કરવામાં આવેલો કે જેથી સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વો એકસાથે ગોઠવી શકાયાં. ઉદાહરણ તરીકે કોષ્ટકમાં કોબાલ્ટ (પરમાણ્વીય દળ 58.9) નિકલ (પરમાણ્વીય દળ 58.7) કરતાં પહેલાં દેખાયું. કોષ્ટક 5.4 જોઈને શું તમે આવી અન્ય એક વિસંગતતા શોધી શકો ?

વધુમાં, મેન્ડેલીફને પોતાના આવર્તકોષ્ટકમાં કેટલાંક સ્થાન ખાલી છોડવા પડ્યાં. આ ખાલી સ્થાનને મર્યાદાના રૂપમાં જોવાના બદલે મેન્ડેલીફે નીડરતાપૂર્વક કોઈ એવાં તત્ત્વોના અસ્તિત્વની આગાહી કરી જે-તે સમયે શોધાયા ન હતાં. મેન્ડેલીફે તેમનું નામકરણ તે જ સમૂહના તેનાથી પહેલાં આવતા તત્ત્વના નામમાં સંસ્કૃત શબ્દ એકા (એક) પૂર્વગ લગાવીને કર્યું. ઉદાહરણ તરીકે, પછી શોધાયેલ સ્કેન્ડિયમ, ગેલિયમ અને જર્મેનિયમના ગુણધર્મો ક્રમશઃ એકા-બોરોન, એકા-ઍલ્યુમિનિયમ

અને એકા-સિલિકોન જેવા જ હતા. મેન્ડેલીફ દ્વારા આગાહી કરાયેલ એકા- ઍલ્યુમિનિયમ તથા પછીથી શોધાયેલ અને એકા-ઍલ્યુમિનિયમનું સ્થાન મેળવેલ ગેલિયમના ગુણધર્મો નીચે (કોષ્ટક 5.5)માં દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 5.5 એકા-ઍલ્યુમિનિયમ તથા ગેલિયમના ગુણધર્મો

ગુણધર્મ	એકા-ઍલ્યુમિનિયમ	ગેલિયમ
પરમાણ્વીય દળ	68	69.7
ઑક્સાઇડનું સૂત્ર	E_2O_3	Ga_2O_3
ક્લોરાઇડનું સૂત્ર	ECl_3	$GaCl_3$

તે મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની સત્યતા તથા ઉપયોગિતાનો સબળ પુરાવો પૂરો પાડે છે. તેનાથી વિશેષ મેન્ડેલીફની અભિધારણાની અસાધારણ સફળતા એ હતી કે, રસાયણશાસ્ત્રીઓએ તેમના આવર્તકોષ્ટકનો માત્ર સ્વીકાર જ ન કર્યો પરંતુ તે ખ્યાલ કે જેના પર તે ધારણા આધારિત હતી તેના તેમને સર્જનહાર માન્યા. નિષ્ક્રિય વાયુઓ જેવા કે હિલિયમ (He), નિયૉન (Ne) અને આર્ગોનનો (Ar) અગાઉ પણ અનેક સંદર્ભમાં ઉપયોગ થતો હતો. આ વાયુઓની શોધ ઘણી મોડી થઈ કારણ કે તે નિષ્ક્રિય હતા અને વાતાવરણમાં તેમનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું છે. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની એક વિશેષતા એ પણ છે કે જ્યારે આ વાયુઓની શોધ થઈ ત્યારે અગાઉની શ્રેણી (વ્યવસ્થા) ગોઠવણી ને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર તેને નવા સમૂહમાં રાખવામાં આવ્યા.

5.2.2 મેન્ડેલીફના વર્ગીકરણની મર્યાદાઓ (Limitations of Mendeleev's Classification)

હાઇડ્રોજનની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના આલ્કલી ધાતુઓને મળતી આવે છે. આલ્કલી ધાતુઓની માફક હાઇડ્રોજન પણ હેલોજન, ઑક્સિજન અને સલ્ફર સાથે એક સમાન સૂત્ર ધરાવતાં સંયોજનો બનાવે છે કે જે અહીં ઉદાહરણમાં દર્શાવેલા છે.

હાઈડ્રોજનના સંયોજનો	સોડિયમના સંયોજનો
HCl	NaCl
H_2O	Na_2O
H_2S	Na_2S

બીજી તરફ હેલોજનની માફક હાઇડ્રોજન પણ દ્વિપરમાણ્વીય અણુ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે તેમજ તે ધાતુઓ અને અધાતુઓ સાથે સંયોજાઈને સહસંયોજક સંયોજનો બનાવે છે.

પ્રવૃત્તિ 5.1

- હાઇડ્રોજનની આલ્કલી ધાતુઓ અને હેલોજન પરિવાર સાથેની સમાનતાને જોતાં તેને મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં યોગ્ય સ્થાન પર મૂકો.
- હાઇડ્રોજનને કયા સમૂહ અને આવર્તમાં રાખવું જોઈએ ?

ચોક્કસપણે આવર્તકોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને નિશ્ચિત સ્થાન આપી શકાય નહિ. આ મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની પ્રથમ મર્યાદા હતી. તે પોતાના આવર્ત કોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને યોગ્ય સ્થાન આપી ન શક્યા.

મેન્ડેલીફે તત્ત્વોના આવર્તી વર્ગીકરણ આપ્યા બાદ લાંબા સમય પછી સમસ્થાનિકો શોધાયા. ચાલો આપણે યાદ કરીએ, કોઈ પણ તત્ત્વના સમસ્થાનિકોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે પરંતુ તેના પરમાણ્વીય દળ જુદા હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 5.2

- ક્લોરિનના સમસ્થાનિકો Cl-35 અને Cl-37 ધ્યાનમાં લો.
- તેમના પરમાણ્વીય દળ જુદા-જુદા હોવાથી શું તમે તેઓને અલગ-અલગ જૂથમાં મૂકશો ?
- અથવા તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોવાથી તમે તેમને એક જ સ્થાન પર રાખશો ?

આમ બધાં તત્ત્વોના સમસ્થાનિકો મેન્ડેલીફના આવર્ત નિયમ માટે એક પડકાર હતો. બીજી સમસ્યા એ પણ હતી કે, એક તત્ત્વથી બીજા તત્ત્વ તરફ આગળ વધતાં પરમાણ્વીય દળ નિયમિત રૂપથી વધતા ન હતા. આથી જ તે અનુમાન લગાવવું મુશ્કેલ થઈ ગયું હતું કે બે તત્ત્વો વચ્ચે કેટલાં તત્ત્વો શોધી શકાય છે. વિશેષ રૂપે જ્યારે આપણે ભારે તત્ત્વોનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે.

પ્રશ્નો

1. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકનો ઉપયોગ કરી નીચેનાં તત્ત્વોના ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોનું અનુમાન લગાવો : K, C, Al, Si, Ba
2. ગેલિયમ સિવાય અત્યાર સુધી કયાં-કયાં તત્ત્વો વિશે જાણ થઈ છે જેના માટે મેન્ડેલીફે પોતાના આવર્તકોષ્ટકમાં ખાલી સ્થાન છોડ્યું હતું ? (ગમે તે બે)
3. મેન્ડેલીફે પોતાનું આવર્તકોષ્ટક તૈયાર કરવા માટે કયાં માપદંડ (criteria) ધ્યાનમાં લીધાં ?
4. તમારા મત મુજબ નિષ્ક્રિય વાયુને શા માટે અલગ સમૂહમાં રાખવામાં આવ્યા ?

5.3 અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કરવું–આધુનિક આવર્તકોષ્ટક (Making Order Out of Chaos – The Modern Periodic Table)

N318P2

1913માં હેન્રી મોસેલે (Henry Moseley) દર્શાવ્યું કે, નીચે વર્ણવ્યા પ્રમાણે તત્ત્વના પરમાણ્વીય દળની તુલનામાં તેનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (Z સંકેત દ્વારા દર્શાવાય છે.) વધુ આધારભૂત ગુણધર્મ છે. તે અનુસાર મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં બદલાવ કરવામાં આવ્યો અને પરમાણ્વીય-ક્રમાંકને આધુનિક આવર્તકોષ્ટકના આધાર સ્વરૂપે સ્વીકારવામાં આવ્યો તેમજ આધુનિક આવર્ત નિયમને આ પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

'તત્ત્વોના ગુણધર્મો તેમના પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના આવર્તનીય વિધેય છે.'

ચાલો આપણે યાદ કરીએ કે પરમાણ્વીય-ક્રમાંક આપણને પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા આપે છે અને એક તત્ત્વથી બીજા તત્ત્વ તરફ જતા આ સંખ્યામાં એક એકમનો વધારો થાય છે. તત્ત્વોની તેમના પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવણી આપણને આધુનિક આર્વતકોષ્ટક તરીકે ઓળખાતા વર્ગીકરણ તરફ દોરી જાય છે (કોષ્ટક 5.6). જ્યારે તત્ત્વોને પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવી શકાયા ત્યારે તત્ત્વોના ગુણધર્મોની આગાહી વધુ ચોકસાઈપૂર્વક થઈ શકી.

પ્રવૃત્તિ 5.3

- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં નિકલ અને કોબાલ્ટનાં સ્થાન કેવી રીતે નિશ્ચિત કરવામાં આવ્યાં છે ?
- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના સમસ્થાનિકોનાં સ્થાન કેવી રીતે નિશ્ચિત કરવામાં આવ્યાં છે ?
- શું 1.5 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવતા તત્ત્વને હાઇડ્રોજન અને હિલિયમની વચ્ચે રાખવું શક્ય છે ?
- તમારા મત મુજબ આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને ક્યાં રાખવું જોઈએ ?

કોષ્ટક 5.6 આધુનિક આવર્તકોષ્ટક

ધાતુઓ | અર્ધધાતુઓ | અધાતુઓ

વાંકીચૂંકી રેખા ધાતુઓને અધાતુઓથી અલગ કરે છે

આવર્ત \ સમૂહ ક્રમ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H હાઈડ્રોજન 1.0																	2 He હીલિયમ 4.0
2	3 Li લિથિયમ 6.9	4 Be બેરિલિયમ 9.0											5 B બોરોન 10.8	6 C કાર્બન 12.0	7 N નાઈટ્રોજન 14.0	8 O ઑક્સિજન 16.0	9 F ફ્લોરિન 19.0	10 Ne નિયૉન 20.2
3	11 Na સોડિયમ 23.0	12 Mg મેગ્નેશિયમ 24.3											13 Al ઍલ્યુમિનિયમ 27.0	14 Si સિલિકોન 28.1	15 P ફોસ્ફરસ 31.0	16 S સલ્ફર 32.1	17 Cl ક્લોરિન 35.5	18 Ar આર્ગોન 39.9
4	19 K પોટૅશિયમ 39.1	20 Ca કૅલ્શિયમ 40.1	21 Sc સ્કેન્ડિયમ 45.0	22 Ti ટિટાનિયમ 47.8	23 V વેનેડિયમ 50.9	24 Cr ક્રોમિયમ 52.0	25 Mn મેંગેનિઝ 54.9	26 Fe આયર્ન 55.9	27 Co કોબાલ્ટ 58.9	28 Ni નિકલ 58.7	29 Cu કોપર 63.5	30 Zn ઝિંક 65.4	31 Ga ગેલિયમ 69.7	32 Ge જર્મેનિયમ 72.6	33 As આર્સેનિક 74.9	34 Se સેલેનિયમ 79.0	35 Br બ્રોમિન 79.9	36 Kr ક્રિપ્ટોન 83.8
5	37 Rb રુબિડિયમ 85.5	38 Sr સ્ટ્રોન્શિયમ 87.6	39 Y યીટ્રિયમ 88.9	40 Zr ઝિર્કોનિયમ 91.2	41 Nb નિયોબિયમ 92.9	42 Mo મોલિબ્ડેનમ 95.9	43 Tc ટેક્નિશિયમ (99)	44 Ru રુથેનિયમ 101.1	45 Rh રહોડિયમ 102.3	46 Pd પેલેડિયમ 106.4	47 Ag સિલ્વર 107.9	48 Cd કેડમિયમ 112.4	49 In ઇન્ડિયમ 114.8	50 Sn ટિન 118.7	51 Sb ઍન્ટિમની 121.8	52 Te ટેલ્યુરિયમ 127.6	53 I આયોડિન 126.9	54 Xe ઝેનોન 131.3
6	55 Cs સીઝિયમ 132.9	56 Ba બેરિયમ 137.3	57 La* લેન્થેનમ 138.9	72 Hf હાફનિયમ 178.5	73 Ta ટેન્ટેલમ 181.0	74 W ટંગસ્ટન 183.9	75 Re રહેનિયમ 186.2	76 Os ઓસ્મિયમ 190.2	77 Ir ઇરિડિયમ 192.2	78 Pt પ્લેટિનમ 195.1	79 Au ગોલ્ડ 197.0	80 Hg મરક્યુરિ 200.6	81 Tl થેલિયમ 204.4	82 Pb લેડ 207.2	83 Bi બિસ્મથ 209.0	84 Po પોલોનિયમ (210)	85 At એસ્ટેટિન (210)	86 Rn રેડોન (222)
7	87 Fr ફ્રાન્સિયમ (223)	88 Ra રેડિયમ (226)	89 Ac** ઍક્ટિનિયમ (227)	104 Rf રુથરફોર્ડિયમ (227)	105 Db ડબ્નિયમ (268)	106 Sg સિબોર્ગિયમ (269)	107 Bh બહોરિયમ (270)	108 Hs હાસિયમ (277)	109 Mt મેટ્નેરિયમ (278)	110 Ds ડર્મસ્ટેડીયમ (281)	111 Rg રોન્ટજેનિયમ (282)	112 Cn કોપરનિશિયમ (285)	113 Nh નિહોનિયમ (286)	114 Fl ફ્લેરોવિયમ (289)	115 Mc મોસ્કોવિયમ (290)	116 Lv લિવરમોરિયમ (293)	117 Ts ટેનેસાઈન (294)	118 Og ઓગ્નેસન (294)

*લેન્થેનોઈડ્સ	58 Ce સીરિયમ 140.1	59 Pr પ્રિસિયોડિમિયમ 140.9	60 Nd નિયોડીમિયમ 144.2	61 Pm પ્રોમિથિયમ (145)	62 Sm સમેરિયમ 150.4	63 Eu યુરોપિયમ 152.0	64 Gd ગેડોલિનિયમ 157.3	65 Tb ટર્બિયમ 158.9	66 Dy ડિસ્પ્રોસિયમ 162.5	67 Ho હોલ્મિયમ 164.9	68 Er અર્બિયમ 167.3	69 Tm થુલિયમ 168.9	70 Yb યીટર્બિયમ 173.0	71 Lu લ્યુટેશિયમ 175.5
**ઍક્ટિનોઈડ્સ	90 Th થોરિયમ 232.0	91 Pa પ્રોટેક્ટિનિયમ (231)	92 U યુરેનિયમ 238.1	93 Np નેપ્ચ્યુનિયમ (237)	94 Pu પ્લુટોનિયમ (242)	95 Am અમેરિશિયમ (243)	96 Cm ક્યુરિયમ (247)	97 Bk બર્કેલિયમ (245)	98 Cf કેલિફોર્નિયમ (251)	99 Es આઈન્સ્ટાઈનિયમ (254)	100 Fm ફર્મિયમ (253)	101 Md મેન્ડેલિવિયમ (256)	102 No નોબેલિયમ (254)	103 Lr લોરેન્શિયમ (257)

આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેમ આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં મેન્ડેલીફની ત્રણેય મર્યાદાઓમાં સુધારો કરવામાં આવ્યો છે. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોનું સ્થાન કઈ બાબત પર આધારિત છે તે જાણ્યા બાદ આપણે હાઇડ્રોજનના વિસંગત સ્થાનની ચર્ચા કરીશું.

5.3.1 આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોનું સ્થાન (Position of Elements in the Modern Periodic Table)

આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં 18 ઊભા સ્તંભ કે જેને 'સમૂહ' કહેવાય છે અને 7 આડી હરોળ કે જેને 'આવર્ત' કહેવાય છે તેનો સમાવેશ થાય છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે કોઈ સમૂહ અથવા આવર્તમાં કોઈ તત્ત્વનું સ્થાન કેવી રીતે નક્કી કરવામાં આવે છે ?

પ્રવૃત્તિ 5.4

- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં સમૂહ 1 જુઓ અને તેમાં રહેલાં તત્ત્વોનાં નામ આપો.
- સમૂહ 1 નાં પ્રથમ ત્રણ તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો.
- તેમની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં તમને શું સમાનતા જોવા મળે છે ?
- આ ત્રણ તત્ત્વોમાં કેટલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન હાજર છે ?

તમે જોશો કે આ તમામ તત્ત્વો સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સમાન સંખ્યા ધરાવે છે. તેવી જ રીતે તમે જોશો કે કોઈ એક જ સમૂહમાં રહેલાં તત્ત્વોના સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા સમાન હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ફ્લોરિન (F) તથા ક્લોરિન (Cl) કે જે સમૂહ 17 નાં તત્ત્વો છે. ફ્લોરિન અને ક્લોરિનની બાહ્યતમ કક્ષામાં કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન છે ? તેથી આપણે કહી શકીએ કે આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં રહેલા સમૂહ બાહ્યતમ કક્ષાની સમાન ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના દર્શાવે છે જ્યારે બીજી તરફ જો આપણે સમૂહમાં ઉપરથી નીચેની તરફ જઈએ તો કક્ષાની સંખ્યા વધતી જાય છે.

જ્યારે હાઇડ્રોજનના સ્થાનની વાત આવે ત્યારે અનિશ્ચિતતા ઉદ્ભવે છે કારણ કે તેને પ્રથમ આવર્તમાં સમૂહ 1 અથવા સમૂહ 17 માં રાખી શકાય છે. શું તમે કહી શકો. શા માટે ?

પ્રવૃત્તિ 5.5

- જો તમે આધુનિક આવર્તકોષ્ટકને (કોષ્ટક 5.6) જોશો તો ખ્યાલ આવશે કે Li, Be, B, C, N, O, F અને Ne બીજા આવર્તનાં તત્ત્વો છે. તેમની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો.
- શું આ બધાં તત્ત્વો પણ સમાન સંખ્યાના સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?
- શું તેઓ સમાન સંખ્યાની કક્ષાઓ ધરાવે છે ?

તમે જોશો કે બીજા આવર્તના આ તત્ત્વો સમાન સંખ્યામાં સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતા નથી. પરંતુ તેઓ સમાન સંખ્યામાં કક્ષાઓ ધરાવે છે. તમે તે પણ અવલોકન કરો છો કે, આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં જો પરમાણ્વીય-ક્રમાંકમાં એક એકમનો વધારો થાય તો સંયોજકતા કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉનમાં પણ એક એકમનો વધારો થાય છે.

અથવા આપણે કહી શકીએ કે સમાન સંખ્યામાં ભરાયેલી કક્ષાઓ ધરાવતાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ એક જ આવર્તમાં મૂકવામાં આવેલા છે. Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl અને Ar આધુનિક આવર્તકોષ્ટકના ત્રીજા આવર્તમાં રહેલા છે તેથી આ તત્ત્વોના પરમાણુઓના ઇલેક્ટ્રૉન K, L અને M કક્ષાઓમાં (કોશ) ભરાયેલા છે. આ તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો અને ઉપર્યુક્ત વિધાનની ચકાસણી કરો. દરેક આવર્ત નવી ભરાયેલી ઇલેક્ટ્રૉન કક્ષા દર્શાવે છે.

પહેલા, બીજા, ત્રીજા અને ચોથા આવર્તમાં કેટલાં તત્ત્વો છે ?

જુદી-જુદી કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉન કેવી રીતે ભરાય છે તેના આધારે આપણે આ આવર્તમાં તત્ત્વોની સંખ્યા સમજાવી શકીએ છીએ. ઉપલાં ધોરણોમાં તમે આ વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરશો. યાદ કરો કે કોઈ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનની મહત્તમ સંખ્યા $2n^2$ સૂત્ર પર આધાર રાખે છે જ્યાં, n એ કેન્દ્રથી દૂર આપેલ કક્ષાનો ક્રમ છે.

ઉદાહરણ તરીકે

K કક્ષા – $2 \times (1)^2 = 2$,

L કક્ષા – $2 \times (2)^2 = 8$,

પ્રથમ આવર્તમાં 2, બીજા આવર્તમાં **8** અને ત્રીજા, ચોથા, પાંચમા, છઠ્ઠા અને સાતમા આવર્તમાં અનુક્રમે 8, 18, 18, 32 અને 32 તત્ત્વો છે. આ માટેનું કારણ તમે ઉપલાં ધોરણોમાં શીખશો.

આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વનું સ્થાન તેની રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે માહિતી આપે છે. તમે શીખી ગયાં છો તે મુજબ સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન તત્ત્વ દ્વારા બનતા બંધના પ્રકાર અને સંખ્યા નક્કી કરે છે. શું હવે તમે કહી શકો કે મેન્ડેલીફે પોતાના કોષ્ટકમાં તત્ત્વોના સ્થાન નક્કી કરવા માટે સંયોજનોનાં સૂત્રોનો આધાર લીધો હતો તે શા માટે યોગ્ય હતો ? તેના આધારે સમાન રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને એક જ સમૂહમાં કેવી રીતે લખી શકાય ?

5.3.2 આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં વલણ (Trends in the Modern Periodic Table)

સંયોજકતા : તમે જાણો છો કે તત્ત્વની સંયોજકતા તેના પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં રહેલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા દ્વારા નક્કી થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 5.6

- કોઈ પણ તત્ત્વની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનાના આધારે તમે તેની સંયોજકતાની ગણતરી કેવી રીતે કરશો ?
- પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 12 ધરાવતા મૅગ્નેશિયમ અને પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 16 ધરાવતા સલ્ફરની સંયોજકતા કેટલી છે ?
- તે જ રીતે પ્રથમ વીસ તત્ત્વોની સંયોજકતાઓ શોધો.
- આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં સંયોજકતા કેવી રીતે બદલાય છે ?
- સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં સંયોજકતા કેવી રીતે બદલાય છે ?

પરમાણ્વીય કદ : પરમાણ્વીય કદ શબ્દ પરમાણુની ત્રિજ્યાનો ઉલ્લેખ કરે છે. પરમાણ્વીય કદને એક સ્વતંત્ર પરમાણુના કેન્દ્રથી તેની સૌથી બહારની કક્ષા વચ્ચેના અંતર સ્વરૂપે જોવામાં આવે છે. હાઇડ્રોજન પરમાણુની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા 37 pm છે (પિકોમીટર, 1 pm = 10^{-12} m).

ચાલો આપણે સમૂહ અને આવર્તમાં પરમાણ્વીય કદના જુદાપણા વિશે અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 5.7

- બીજા આવર્તનાં તત્ત્વોની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા નીચે આપેલી છે :

આવર્ત 2નાં તત્ત્વો	B	Be	O	N	Li	C
પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા (pm)	88	111	66	74	152	77

- તેઓને તેમની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- શું હવે આ તત્ત્વો આવર્તકોષ્ટકમાં આપેલ આવર્તની ભાતમાં ગોઠવાયેલ છે ?
- કયાં તત્ત્વો સૌથી મોટા પરમાણુઓ અને સૌથી નાના પરમાણુઓ ધરાવે છે ?
- આવર્તમાં તમે ડાબીથી જમણી તરફ જાઓ ત્યારે પરમાણ્વીય ત્રિજ્યામાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે ?

તમે જોશો કે આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા ઘટે છે. કેન્દ્રીય વીજભાર વધવાની સાથે ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્ર તરફ ખેંચાવાનું વલણ ધરાવે છે જેને કારણે પરમાણ્વીય કદ ઘટે છે.

પ્રવૃત્તિ 5.8

- નીચે આપેલ પ્રથમ સમૂહનાં તત્ત્વોની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યામાં ફેરફારનો અભ્યાસ કરો અને તેમને ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો :

સમૂહ 1નાં તત્ત્વો :	Na	Li	Rb	Cs	K
પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા (pm) :	186	152	244	262	231

- એવાં તત્ત્વોનાં નામ આપો જે સૌથી મોટા અને સૌથી નાના પરમાણુઓ ધરાવતા હોય ?
- સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણ્વીય કદમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે ?

તમે જોશો કે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણ્વીય કદ વધે છે. આવું એટલા માટે થાય છે કે સમૂહમાં નીચે તરફ જતા નવી કક્ષાઓ ઉમેરાય છે. તેનાથી કેન્દ્ર તથા સૌથી બહારની કક્ષા વચ્ચેનું અંતર વધે છે. તેથી જ કેન્દ્રીય વીજભાર વધવા છતાં પરમાણ્વીય કદ વધી જાય છે.

ધાત્વીય અને અધાત્વીય ગુણધર્મો (Metallic and Non-metallic Properties)

પ્રવૃત્તિ 5.9

- ત્રીજા આવર્તનાં તત્ત્વો તપાસો અને તેમને ધાતુઓ તેમજ અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરો.
- આવર્તકોષ્ટકની કઈ બાજુ તમને ધાતુઓ જોવા મળે છે ?
- આવર્તકોષ્ટકની કઈ બાજુ તમને અધાતુઓ જોવા મળે છે ?

આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેમ Na અને Mg જેવી ધાતુઓ આવર્તકોષ્ટકમાં ડાબી બાજુ અને સલ્ફર અને ક્લોરિન જેવી અધાતુઓ જમણી બાજુ રહેલી છે. મધ્યમાં આપણી પાસે સિલિકોન છે કે જે અર્ધધાતુ અથવા ઉપધાતુ તરીકે વર્ગીકૃત થયેલ છે કારણ કે તે ધાતુઓ અને અધાતુઓ બંનેના કેટલાક ગુણધર્મો ધરાવે છે.

આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં એક વાંકીચૂંકી રેખા ધાતુને અધાતુથી અલગ કરે છે. આ રેખાની કિનારી પર આવેલાં તત્ત્વો-બોરોન, સિલિકોન, જર્મેનિયમ, આર્સેનિક, ઍન્ટિમની, ટેલુરિયમ અને પોલોનિયમ મધ્યવર્તી ગુણધર્મો ધરાવે છે અને તેઓ ઉપધાતુ (Metalloid) અથવા અર્ધધાતુ (Semi-metal) કહેવાય છે.

પ્રકરણ 3 માં તમે જોયું છે તે પ્રમાણે બંધ નિર્માણ દરમિયાન ધાતુ ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે એટલે કે તેઓ સ્વભાવે વિદ્યુતધનમય (Electropositive) છે.

પ્રવૃત્તિ 5.10

- તમારા મત મુજબ સમૂહમાં ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાય છે ?
- આવર્તમાં આ વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાય છે ?

આવર્તમાં જેમ સંયોજકતા કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉન પર કાર્ય કરતો અસરકારક કેન્દ્રીય વીજભાર વધે છે તેમ ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાની વૃત્તિ ઘટશે. સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન દ્વારા અનુભવાતો અસરકારક કેન્દ્રીય વીજભાર ઘટે છે કારણ કે સૌથી બહારના ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રથી વધારે

દૂર હોય છે. તેથી તે સહેલાઈથી દૂર થઈ શકે છે. તેથી ધાત્વીય લક્ષણ આવર્તમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ તરફ જતાં ઘટે છે અને સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં વધે છે.

બીજી બાજુ, અધાતુઓ વિદ્યુતઋણમય (Electronegative) હોય છે. તે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને બંધ બનાવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે. ચાલો આપણે આ ગુણધર્મના ફેરફાર વિશે શીખીએ.

પ્રવૃત્તિ 5.11

- આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાશે ?
- સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાશે ?

વિદ્યુતઋણતાના વલણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે અધાતુઓ આવર્તકોષ્ટકમાં જમણી તરફ ઉપરની બાજુ રહેલી હોય છે.

આ વલણ આપણને તત્ત્વો દ્વારા બનતા ઑક્સાઇડના સ્વભાવ વિશે અનુમાન કરવા માટે પણ મદદરૂપ થાય છે, કારણ કે તમે જાણો છો કે સામાન્ય રીતે ધાતુઓના ઑક્સાઇડ બેઝિક અને અધાતુઓના ઑક્સાઇડ ઍસિડિક હોય છે.

પ્રશ્નો

1. આધુનિક આવર્તકોષ્ટક મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની વિવિધ વિસંગતતાઓ કેવી રીતે દૂર કરી શક્યું ?
2. તમારી ધારણા મુજબ મૅગ્નેશિયમ જેવી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દર્શાવતાં બે તત્ત્વોનાં નામ આપો. તમારી પસંદગીનો આધાર શું છે ?
3. નામ આપો :
   (a) ત્રણ તત્ત્વો કે જે તેમની બાહ્યતમ કક્ષામાં એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે.
   (b) બે તત્ત્વો કે જે તેમની બાહ્યતમ કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે.
   (c) સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાહ્યતમ કક્ષા ધરાવતાં ત્રણ તત્ત્વો.
4. (a) લિથિયમ, સોડિયમ, પોટૅશિયમ આ બધી એવી ધાતુઓ છે કે જે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે. શું આ તત્ત્વોના પરમાણુઓમાં કોઈ સમાનતા છે ?
   (b) હીલિયમ એક નિષ્ક્રિય વાયુ છે જ્યારે નિયૉનની પ્રતિક્રિયાત્મકતા ખૂબ જ ઓછી છે. તેમના પરમાણુઓમાં કોઈ સમાનતા છે ?
5. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં પ્રથમ દસ તત્ત્વોમાં કઈ ધાતુઓ છે ?
6. આવર્તકોષ્ટકમાં તેમના સ્થાનને ધ્યાનમાં લેતા નીચે દર્શાવેલાં તત્ત્વો પૈકી કયું તત્ત્વ તમારી ધારણા અનુસાર સૌથી વધુ ધાત્વીય લક્ષણ ધરાવે છે ?

   Ga Ge As Se Be

તમે શીખ્યાં કે

- તત્ત્વોને તેમના ગુણધર્મોમાં સમાનતાના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવ્યા છે.
- ડોબરેનરે તત્ત્વોને ત્રિપુટીમાં વર્ગીકૃત કર્યા જ્યારે ન્યૂલૅન્ડે અષ્ટકનો નિયમ આપ્યો.
- મેન્ડેલીફે તત્ત્વોને તેમના પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમ તથા રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ગોઠવ્યા.
- મેન્ડેલીફે તેમના આવર્તકોષ્ટકમાં ખાલી સ્થાનના આધારે હજી શોધાવાનાં બાકી તત્ત્વોના અસ્તિત્વ વિશે પણ આગાહી કરી.
- પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમને આધારે તત્ત્વોને ગોઠવતા થતી વિસંગતતા, પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવતા દૂર થઈ ગઈ. તત્ત્વના આ મૂળભૂત ગુણધર્મની શોધ મોસેલે (Moseley) દ્વારા થઈ હતી.
- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોને 18 ઊભા સ્તંભો કે જેને સમૂહ કહે છે અને 7 આડી હરોળ કે જેને આવર્ત કહે છે તેમાં ગોઠવવામાં આવેલા છે.
- આ પ્રકારે ગોઠવાયેલાં તત્ત્વો પરમાણ્વીય કદ, સંયોજકતા અથવા સંયોજાવાની ક્ષમતા તથા ધાત્વીય અને અધાત્વીય લક્ષણ જેવા ગુણધર્મોની આવર્તનીયતા દર્શાવે છે.

સ્વાધ્યાય

K1C2L8

1. આવર્તકોષ્ટકમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં બદલાતા વલણ વિશે નીચેનાં વિધાનો પૈકી કયું વિધાન સાચું નથી ?
   (a) તત્ત્વનો ધાત્વીય ગુણ ઘટતો જાય છે.
   (b) સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધતી જાય છે.
   (c) પરમાણુઓ સહેલાઈથી તેમના ઇલેક્ટૉન ગુમાવે છે.
   (d) ઑક્સાઇડ વધુ ઍસિડિક બને છે.

2. તત્ત્વ X, XCl_2 સૂત્ર ધરાવતો ક્લોરાઇડ બનાવે છે, જે ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતો ઘન પદાર્થ છે. X મહદંશે એવા સમાન સમૂહમાં હશે કે જેમાં ...... હશે.
   (a) Na (b) Mg (c) Al (d) Si

3. કયા તત્ત્વમાં
   (a) બે કક્ષાઓ છે તથા બંને ઇલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલ છે ?
   (b) ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના 2, 8, 2 છે ?
   (c) કુલ ત્રણ કક્ષા છે કે જે સંયોજકતા કક્ષામાં ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?
   (d) કુલ બે કક્ષા છે કે જે સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?
   (e) બીજી કક્ષામાં પ્રથમ કક્ષા કરતાં બમણા ઇલેક્ટ્રૉન છે ?

4. (a) આર્વતકોષ્ટકમાં બોરોન જે સમૂહમાં છે તે જ સમૂહનાં તમામ તત્ત્વોનો કયો ગુણધર્મ સમાન છે ?
   (b) આવર્તકોષ્ટકમાં ફ્લોરિન જે સમૂહમાં છે તે જ સમૂહનાં તમામ તત્ત્વોનો કયો ગુણધર્મ સમાન છે ?

5. એક પરમાણુની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના 2, 8, 7 છે.
   (a) આ તત્ત્વનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક કેટલો છે ?
   (b) નીચેના પૈકી કયા તત્ત્વ સાથે તે રાસાયણિક રીતે સમાનતા ધરાવતું હશે ? (પરમાણ્વીય-ક્રમાંક કૌંસમાં આપેલ છે.)
   N(7) F(9) P(15) Ar(18)

6. આવર્તકોષ્ટકમાં ત્રણ તત્ત્વો A, B તથા Cનું સ્થાન નીચે દર્શાવેલ છે –

સમૂહ 16	સમૂહ 17
–	–
–	A
–	–
B	C

(a) જણાવો કે, A ધાતુ છે કે અધાતુ.

(b) જણાવો કે, A ની સરખામણીમાં C વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે કે ઓછું પ્રતિક્રિયાત્મક.

(c) C નું કદ B કરતાં મોટું હશે કે નાનું ?

(d) તત્ત્વ A કયા પ્રકારના આયન-ધનાયન કે ઋણાયન બનાવશે ?

7. નાઇટ્રોજન (પરમાણ્વીય–ક્રમાંક 7) તથા ફૉસ્ફરસ (પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 15) આવર્તકોષ્ટકના સમૂહ 15 ના સભ્યો છે. આ બંને તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો. આમાંથી કયું તત્ત્વ વધુ વિદ્યુતઋણમય હશે ? શા માટે ?

8. પરમાણુની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનાને તેના આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં સ્થાન સાથે શો સંબંધ છે ?

9. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં કેલ્શિયમ (પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 20)ની ચારે તરફ 12, 19, 21 તથા 38 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવતાં તત્ત્વો રહેલાં છે. આમાંથી કયાં તત્ત્વોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો કેલ્શિયમ જેવા જ છે ?

10. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં અને આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોની ગોઠવણીમાં સમાનતા અને ભિન્નતા દર્શાવો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

(I) આપણે તત્ત્વોનું વર્ગીકરણ કરવા માટે કરેલા મુખ્ય પ્રયત્નોની ચર્ચા કરી (ઇન્ટરનેટ અથવા લાઇબ્રેરીમાંથી) આ વર્ગીકરણ માટે કરેલા અન્ય પ્રયત્નો વિશે જાણકારી મેળવો.

(II) આપણે આવર્તકોષ્ટકના વિસ્તૃત સ્વરૂપનો અભ્યાસ કર્યો છે. આધુનિક આવર્ત નિયમનો ઉપયોગ તત્ત્વોને અન્ય રીતો દ્વારા ગોઠવવા માટે પણ થયેલો છે. શોધી કાઢો તે કઈ રીતો છે ?

પ્રકરણ 6
જૈવિક ક્રિયાઓ
(Life Processes)

Y3V3R1

આપણે સજીવ અને નિર્જીવનો ભેદ કેવી રીતે કરીએ છીએ ? જો આપણે કૂતરાને દોડતો જોઈએ છીએ, ગાયને વાગોળતાં જોઈએ અથવા કોઈ માણસને જોરથી બૂમ પાડતાં જોઈએ તો આપણે સમજી જઈએ છીએ કે તે સજીવ છે. પણ જો કૂતરો, ગાય કે માણસ સૂતેલાં હોય તો ? હા, તોપણ આપણે તેમને સજીવ જ માનીશું. પણ આપણને તે કઈ રીતે ખબર પડી ? આપણે તેમને શ્વાસ લેતાં જોઈએ છીએ અને આપણને ખબર પડે છે કે તે જીવંત છે. તો પછી વનસ્પતિ માટે શું કહેશો ? તેઓ જીવંત છે તેની ખબર આપણને કઈ રીતે પડશે ? આપણામાંથી કેટલાક કહેશે કે તેઓ લીલા રંગની દેખાય છે. પરંતુ તે વનસ્પતિઓના વિષયમાં શું કહી શકીએ કે જેઓનાં પર્ણો લીલા ન રહેતાં અન્ય રંગના હોય છે ? તેઓ (વનસ્પતિઓ) સમયની સાથે વૃદ્ધિ કરે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે તેઓ (વનસ્પતિઓ) સજીવ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આપણે સજીવનાં સામાન્ય પુરાવાઓ કે લક્ષણો વિશે કે તેઓનાં કાર્યો પર વિચાર કરીએ છીએ, તે વૃદ્ધિ સંબંધિત કે અન્ય કાર્યો હોઈ શકે છે. જે વનસ્પતિ દેખીતી રીતે વૃદ્ધિ પામતી નથી એ પણ જીવંત છે અને કેટલાંક પ્રાણીઓ દેખીતી રીતે હલનચલન વગર શ્વાસ લેતા હોય છે. આમ, માત્ર દેખીતી રીતે થતાં હલનચલનને જ જીવંત હોવાની લાક્ષણિકતાની વ્યાખ્યા તરીકે ગણી શકાય નહિ.

ખૂબ જ નાના પાયે થનારી ક્રિયાઓ નરી આંખે જોઈ શકાતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, અણુઓની ગતિઓ કે કાર્યો શું આ અદૃશ્ય આણ્વીય ગતિ કે કાર્ય જીવન માટે જરૂરી છે ? જો આપણે આ પ્રશ્ન કોઈ વ્યવસાયિક જીવવિજ્ઞાનીને કરીએ તો તેમનો જવાબ હકારાત્મક હશે. વાસ્તવમાં વિષાણુ (વાઈરસ)ની અંદર કોઈ આણ્વીય ગતિ થતી નથી. (જ્યાં સુધી તે કોઈ કોષમાં દાખલ ન થાય ત્યાં સુધી) આમ, આ કારણે આ વિવાદાસ્પદ બાબત રહી છે કે ખરેખર વાઈરસ સજીવ છે કે નિર્જીવ.

જીવન માટે આણ્વીય ગતિઓ કે ક્રિયાઓ કેમ જરૂરી છે ? અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે સજીવની સંરચના સુસંગઠિત (સુઆયોજિત) હોય છે. તેમાં પેશી હોય છે. પેશીઓમાં કોષો હોય છે, કોષોમાં નાનાં ઘટકો પણ હોય છે. સજીવની આ સંગઠિત કે સુવ્યવસ્થિત સંરચના સમયની સાથે-સાથે પર્યાવરણની અસરને કારણે વિઘટિત થાય છે. જો આ વ્યવસ્થા તૂટે તો સજીવ વધારે સમય સુધી જીવિત રહી શકે નહિ. તેથી સજીવોના શરીરમાં સમારકામ તથા રક્ષણની જરૂરિયાત હોય છે. આ બધી સંરચનાઓ અણુઓથી બનેલી હોવાથી તેમણે અણુઓને સતત ગતિશીલ કે કાર્યરત રાખવા જોઈએ.

સજીવોમાં જાળવણીની ક્રિયાઓ શું છે ? આવો, શોધીએ.

6.1 જૈવિક ક્રિયા એટલે શું ? (What are Life Processes ?)

સજીવોના રક્ષણનું કાર્ય નિરંતર થવું જોઈએ. આ કાર્ય ત્યારે પણ થાય છે જ્યાં કોઈ ચોક્કસ કાર્ય થતું ન હોય. જ્યારે આપણે સૂતા હોઈએ છીએ અથવા વર્ગખંડમાં બેઠાં હોઈએ ત્યારે પણ આ રક્ષણનું

કાર્ય થતું રહે છે. તેવી બધી જ ક્રિયાઓ કે જે સામૂહિક રૂપમાં જાળવણીનું કાર્ય કરે છે તેને જૈવિક ક્રિયાઓ કહેવાય છે.

ઈજા કે તૂટવાની ક્રિયાને રોકવા માટે જાળવણીની ક્રિયાની આવશ્યકતા હોય છે, જેના માટે ઊર્જાની આવશ્યકતા હોય છે. સજીવના શરીરમાં આ ઊર્જા બહારથી આવે છે. જેથી ઊર્જાના સ્રોતને બહારથી સજીવના શરીરમાં સ્થળાંતરણ કરાવવા માટે કોઈ ક્રિયા થવી જોઈએ. આ ઊર્જાના સ્રોતને આપણે ખોરાક કે આહાર કહીએ છીએ તે શરીરની અંદર દાખલ કરવાની ક્રિયાને પોષણ કહીએ છીએ. જો સજીવમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે તો તેઓના માટે તેઓએ વધારાની કાચી સામગ્રીઓની પણ આવશ્યકતા કે જરૂરિયાત હોય છે. પૃથ્વી પર જીવન, કાર્બન આધારિત અણુઓ પર નિર્ભર છે. આમ, મોટા ભાગના ખાદ્યપદાર્થો પણ કાર્બન આધારિત છે. આ કાર્બન સ્રોતોની જટિલતાને અનુસરીને વિવિધ સજીવ વિભિન્ન પ્રકારના પોષણની ક્રિયાઓ ધરાવે છે.

ઊર્જાના આ બાહ્યસ્રોત વિવિધ પ્રકારના હોઈ શકે છે. જોકે પર્યાવરણ કોઈ એક સજીવનાં નિયંત્રણમાં નથી. શરીરની અંદરની ઊર્જાના આ સ્રોતોનું વિઘટન કે નિર્માણની જરૂરિયાત હોય છે. જેથી આ અંતિમ ઊર્જાનો સ્રોત એક સમાન ઊર્જાસ્રોતમાં પરિવર્તિત થઈ જવો જોઈએ અને આ વિવિધ અણુઓની આણ્વીય ગતિઓ કે કાર્યો માટે તેમજ વિવિધ સજીવ શરીરના રક્ષણ અને શરીરની વૃદ્ધિ માટે ઉપયોગી આવશ્યક અણુઓનું નિર્માણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરની અંદર રાસાયણિક ક્રિયાઓની એક શૃંખલાની જરૂરિયાત હોય છે. ઑક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અણુઓના વિઘટનની કેટલીક સામાન્ય રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે. તેના માટે વધુ માત્રામાં શરીરની બહારના સ્રોતમાંથી ઑક્સિજન મેળવવો પડે છે. શરીરની બહારથી ઑક્સિજનને ગ્રહણ કરી અને કોષોની આવશ્યકતા કે જરૂરિયાતને અનુલક્ષીને ખાદ્ય સ્રોતનું વિઘટનમાં ઉપયોગ કરવાની ક્રિયાને આપણે શ્વસન કહીએ છીએ.

એક કોષીય સજીવના કિસ્સામાં સંપૂર્ણ સપાટી પર્યાવરણની સાથે સંપર્કમાં રહે છે તેથી તેઓને ખોરાક ગ્રહણ કરવા માટે, વાયુઓની આપ-લે કરવા માટે કે ઉત્સર્ગ પદાર્થ કે નકામા પદાર્થોના નિકાલ માટે કોઈ વિશિષ્ટ અંગની જરૂરિયાત હોતી નથી. પરંતુ, જ્યારે સજીવના શરીરના કદમાં વધારો થાય અને શારીરિક વધારો થવાથી વધારે જટિલ શરીર બને છે ત્યારે શું થાય છે ? બહુકોષીય સજીવોમાં બધા કોષો પોતાની આસપાસના પર્યાવરણની સાથે સીધા સંપર્કમાં હોતા નથી. આથી, બધા કોષોની જરૂરિયાતની પૂર્તિ સામાન્ય પ્રસરણ દ્વારા થતી નથી.

આપણે અગાઉ જોઈ ગયાં છીએ કે બહુકોષીય સજીવોમાં વિવિધ કાર્યોને કરવા માટે ભિન્ન ભિન્ન અંગ વિશિષ્ટીકરણ પામે છે. આપણે આ ચોક્કસ પેશીઓથી અને સજીવના શરીરમાં તેઓના સંગઠનથી પરિચિત છીએ. તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે ખોરાક અને ઑક્સિજનનું અંતઃગ્રહણ પણ વિશિષ્ટ પ્રકારની પેશીઓનું કાર્ય છે. આનાથી એક મુશ્કેલી એ ઉદ્ભવે છે કે ખોરાક તેમજ ઑક્સિજનનું અંતઃગ્રહણ કેટલાંક ચોક્કસ અંગો દ્વારા જ થાય છે, પરંતુ તેની જરૂરિયાત શરીરના બધા ભાગોને હોય છે. આ ખોરાક તેમજ ઑક્સિજનને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધી લઈ જવા માટે વહનતંત્રની આવશ્યકતા હોય છે.

જ્યારે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં કાર્બન સ્રોત અને ઑક્સિજનનો ઉપયોગ ઊર્જાપ્રાપ્તિ માટે થાય છે, ત્યારે એવી નીપજો કે ઉત્પાદકો પણ બને છે જે શરીરના કોષો માટે માત્ર બિનઉપયોગી

જ નહિ પણ તે હાનિકારક પણ હોઈ શકે છે. આ નકામા, ઉત્સર્ગ ઉત્પાદનો કે નીપજોને શરીરમાંથી બહાર કાઢવા અતિ આવશ્યક હોય છે. આ ક્રિયાને આપણે ઉત્સર્જન કહીએ છીએ. જો બહુકોષીય સજીવોમાં શરીર-અંગ સંરચનાના મૂળભૂત નિયમોનું પાલન કરે છે, તો ઉત્સર્જન માટે વિશિષ્ટ પેશીનું સર્જન થશે. આનો અર્થ એ છે કે પરિવહન તંત્રએ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને કોષોમાંથી ઉત્સર્જન પેશી સુધી પહોંચાડવા પડશે.

ચાલો, આપણે જીવન ટકાવી રાખવા માટે જરૂરી ક્રિયાઓના વિશે એક-એકનો તબક્કાવાર વિચાર કરીએ.

પ્રશ્નો

1. શા માટે, આપણા જેવા બહુકોષીય સજીવોમાં ઑક્સિજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા માટે પ્રસરણ એ અપૂરતી ક્રિયા છે ?
2. કોઈ વસ્તુ જીવંત છે, તેમ નક્કી કરવા માટે આપણે કયા માપદંડનો ઉપયોગ કરીશું ?
3. કોઈ સજીવ દ્વારા કઈ બાહ્ય કાચી સામગ્રીઓનો ઉપયોગ કરાય છે ?
4. જીવન ટકાવી રાખવા માટે તમે કઈ ક્રિયાઓને જરૂરી ગણશો ?

6.2 પોષણ (Nutrition)

K5S3F8

જ્યારે આપણે ફરતા કે ટહેલતા હોઈએ છીએ કે સાઇકલની સવારી કરીએ છીએ ત્યારે આપણે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વળી, જ્યારે આપણે દેખીતી રીતે કોઈ પ્રવૃત્તિ ન કરતાં હોઈએ ત્યારે પણ આપણાં શરીરની પ્રવર્તમાન સ્થિતિ જાળવી રાખવા પણ ઊર્જા તો જરૂરી જ છે. રક્ષણ કરવા માટે ઊર્જાની આવશ્યકતા હોય છે. વૃદ્ધિ, વિકાસ, પ્રોટીન સંશ્લેષણ વગેરેમાં આપણા શરીરને બહારથી પણ પદાર્થોની જરૂરિયાત હોય છે. આ ઊર્જાનો સ્રોત અને પદાર્થ જે આપણે જમીએ છીએ તે ખોરાક કે આહાર છે.

સજીવ પોતાનો ખોરાક કે આહાર કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ?

(How do living things get their food ?)

બધા સજીવોમાં ઊર્જા અને પદાર્થોની સામાન્ય જરૂરિયાત સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓની પૂર્તિ/પૂર્તતા ભિન્ન-ભિન્ન રીતોથી થાય છે. કેટલાક સજીવો અકાર્બનિક સ્રોતોમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં સરળતમ પદાર્થો પ્રાપ્ત કરે છે. આ સજીવો સ્વયંપોષી છે, જેમાં બધી જ લીલી વનસ્પતિઓ અને કેટલાક જીવાણુઓનો સમાવેશ થાય છે. બીજા સજીવો જટિલ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરે છે. આ જટિલ પદાર્થોને સરળ પદાર્થોમાં વિઘટન કે વિખંડન કરવા આવશ્યક હોય છે કે જેથી તે સજીવની જાળવણી અને વૃદ્ધિમાં ઉપયોગી બની શકે. આ પદાર્થો પ્રાપ્ત કરવા માટે સજીવ જૈવ ઉદ્દીપકનો ઉપયોગ કરે છે જેને ઉત્સેચકો કહે છે. આમ, વિષમપોષીઓ અસ્તિત્વ ટકાવી રાખવા માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે સ્વયંપોષી પર આધારિત હોય છે. પ્રાણી અને ફૂગ આ પ્રકારના વિષમપોષી સજીવોમાં સમાયેલ છે.

6.2.1 સ્વયંપોષી પોષણ (Autotrophic Nutrition)

સ્વયંપોષી સજીવની કાર્બન અને ઊર્જાની જરૂરિયાતો પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા પૂરી થાય છે. આ તે ક્રિયા છે જેમાં સ્વયંપોષી બહારથી લીધેલા પદાર્થોને ઊર્જા સંચિત સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરી નાખે છે. આ પદાર્થો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં લેવાય છે; જે સૂર્યના પ્રકાશ અને ક્લોરોફિલની હાજરીમાં કાર્બોદિતોમાં પરિવર્તિત કરી નાખે છે. વનસ્પતિઓને ઊર્જા આપવા માટે કાર્બોદિત વપરાય છે. આ પછીના વિભાગમાં આપણે અભ્યાસ કરીશું કે આ કેવી રીતે થાય છે. જે કાર્બોદિત તરત જ વપરાતાં નથી, તેઓ સ્ટાર્ચકણ કે મંડકણના સ્વરૂપમાં સંચિત થાય છે, જે આંતરિક ઊર્જા સંગ્રહની જેમ કાર્ય કરે છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા જરૂરિયાત અનુસાર ઉપયોગમાં પણ લઈ લેવાય છે. કંઈક આવા પ્રકારની સ્થિતિ આપણા શરીરની અંદર પણ જોઈ શકાય છે. આપણા દ્વારા ખાવા માટે લેવાયેલા ખોરાકમાંથી ઉત્પન્ન ઊર્જાનો કેટલોક ભાગ શરીરમાં ગ્લાયકોજનના સ્વરૂપમાં સંચય પામતો હોય છે.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{સૂર્યપ્રકાશ}]{\text{ક્લોરોફિલ}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

(ગ્લુકોઝ)

હવે આપણે જોઈએ કે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયામાં વાસ્તવમાં શું થાય છે ? આ ક્રિયા દરમિયાન નીચે આપેલ ઘટનાઓ દર્શાવાય છે :

(i) ક્લોરોફિલ દ્વારા પ્રકાશઊર્જાનું શોષણ કરવું.

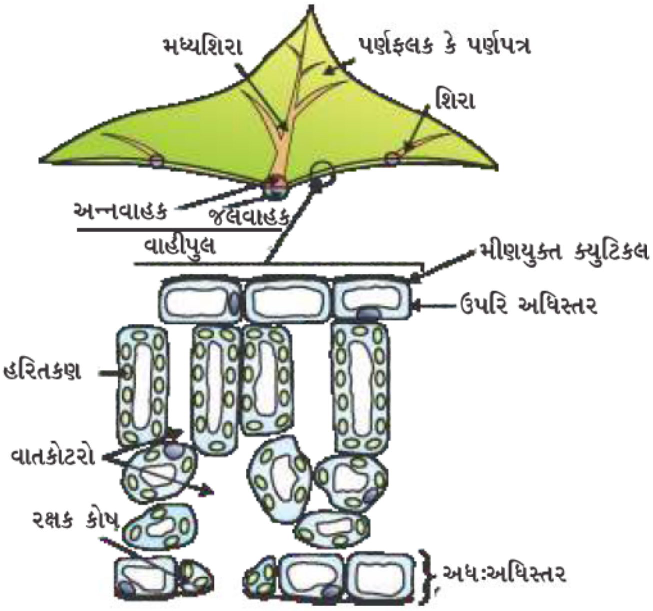
(ii) પ્રકાશઊર્જાને રાસાયણિક ઊર્જામાં રૂપાંતરિત કરવી અને પાણીના અણુઓનું હાઇડ્રોજન તથા ઑક્સિજનમાં વિઘટન કરવું.

(iii) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું કાર્બોદિતોમાં રિડક્શન થવું.

જરૂરી નથી કે આ બધા તબક્કાઓ એક પછી એક તરત જ થાય. ઉદાહરણ તરીકે, રણનિવાસી (મરુનિવાસી/મરુદ્‌ભિદ) વનસ્પતિઓ રાત્રિ દરમિયાન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ લે છે અને એક મધ્યવર્તી નીપજ બનાવે છે. જે ક્લોરોફિલ વડે દિવસ દરમિયાન શોષણ પામેલી ઊર્જા વડે કાર્યરત થાય છે.

આવો, આપણે જોઈએ કે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાના પ્રત્યેક ઘટક પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કઈ રીતે ઉપયોગી કે આવશ્યક છે.

જો તમે ધ્યાનપૂર્વક એક પર્ણના અનુપ્રસ્થ છેદ (T.S. = Transverse Section)નું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર દ્વારા અવલોકન કરો તો (આકૃતિ 6.1) તમે નોંધી શકશો કે કેટલાક કોષોમાં લીલા રંગનાં ટપકાં જોવા મળે છે. આ લીલા ટપકાંઓ કોષોમાંની કોષીય અંગિકા છે જેને હરિતકણ (Chloroplast) કહે છે, તેમાં હરિતદ્રવ્ય (Chlorophyll) હોય છે. આવો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ જે દર્શાવશે કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે ક્લોરોફિલ આવશ્યક છે.



આકૃતિ 6.1
પર્ણનો ત્રાંસો છેદ (T.S.)

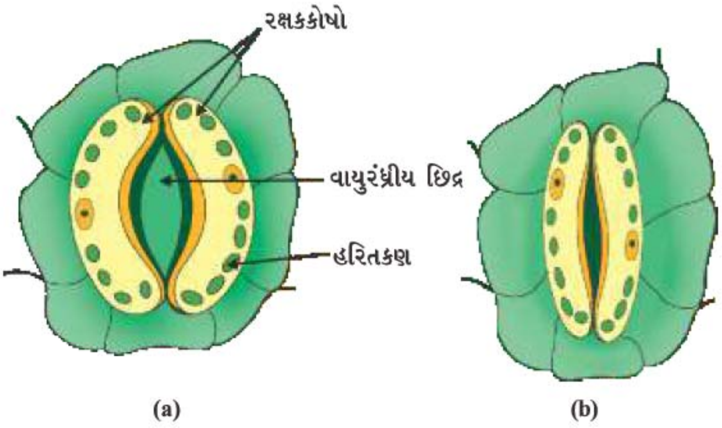
પ્રવૃત્તિ 6.1

- વિવિધ રંગી પર્ણો ધરાવતા કૂંડામાં ઉગાડેલા એક છોડને લો. (ઉદાહરણ તરીકે મનીપ્લાન્ટ (Pothos) કે ક્રોટોનનો છોડ)
- કુંડામાં ઉગાડેલ છોડને ત્રણ દિવસ અંધારામાં રાખો જેથી તેમનો મંડ (સ્ટાર્ચ) સંપૂર્ણપણે વપરાઈ જાય.
- હવે, કુંડામાં ઉગાડેલ છોડને લગભગ છ કલાક માટે સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- છોડ પરથી એક પર્ણ તોડી લો. તેના લીલા ભાગને અંકિત કરો અને તેને એક કાગળ પર ટ્રેસ કરો. (દોરી લો.)
- કેટલીક મિનિટો માટે આ પર્ણને ઉકળતા પાણીમાં નાખો.
- ત્યાર બાદ તેને (પર્ણને) આલ્કોહોલથી ભરેલા બીકરમાં ડુબાડી દો.
- આ બીકરને સાવચેતીથી વૉટરબાથમાં રાખીને ત્યાં સુધી ગરમ કરો જ્યાં સુધી આલ્કોહોલ ઊકળવા ન લાગે.
- પર્ણના રંગનું શું થાય છે ? દ્રાવણનો રંગ કેવો થાય છે ?
- હવે કેટલીક મિનિટ માટે આ પર્ણને આયોડિનના મંદ દ્રાવણમાં નાખો.
- પર્ણને બહાર કાઢીને તેના પરના આયોડિનને ધોઈ નાંખો.
- પર્ણના રંગનું અવલોકન કરો અને શરૂઆતમાં પર્ણને ટ્રેસ કર્યો હતો તેની સાથે તેની તુલના રંગને અનુલક્ષીને કરો. (આકૃતિ 6.2)
- પર્ણના વિવિધ ભાગોમાં મંડ (સ્ટાર્ચ)ની હાજરીના માટે તમે શું નિર્ણય લેશો ?

(a) (b)

આકૃતિ 6.2
ડાઘાયુક્ત પર્ણ (a) પહેલા અને (b) સ્ટાર્ચ કસોટી પછી

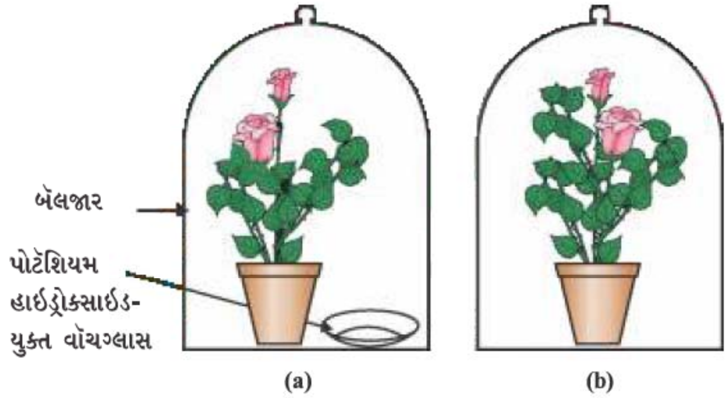
હવે, આપણે અભ્યાસ કરીએ કે વનસ્પતિ કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ? ધોરણ IXમાં આપણે વાયુરંધ્ર કે પર્ણરંધ્ર અથવા રંધ્રની ચર્ચા કરી હતી. જે પર્ણની સપાટી પર સૂક્ષ્મ છિદ્ર સ્વરૂપે હોય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે વાયુઓનો મોટા ભાગનો વિનિમય આ છિદ્રો દ્વારા થાય છે. પરંતુ અહીંયાં તે જાણવું પણ જરૂરી છે કે વાયુઓનો વિનિમય પ્રકાંડ, મૂળ અને પર્ણોની સપાટી દ્વારા પણ થાય છે. આ રંધ્રો દ્વારા મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો વ્યય પણ થાય છે. આમ, જ્યારે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કાર્બન ડાયૉક્સાઈડની જરૂરિયાત હોતી નથી ત્યારે વનસ્પતિ આ છિદ્રો કે રંધ્રોને બંધ રાખે છે. રંધ્રો કે છિદ્રોની ખૂલવાની અને બંધ થવાની ક્રિયાનું કાર્ય રક્ષકકોષો દ્વારા થાય છે. રક્ષકકોષોમાં જ્યારે પાણી અંદર આવે છે ત્યારે તે ફૂલે છે અને રંધ્રના છિદ્રને ખોલે છે. તેવી જ રીતે રક્ષકકોષો સંકોચન પામે છે ત્યારે છિદ્ર બંધ થઈ જાય છે.



આકૃતિ 6.3 (a) ખુલ્લો વાયુરંધ્ર અને (b) બંધ વાયુરંધ્ર છિદ્ર

પ્રવૃત્તિ 6.2

- લગભગ સમાન કદ ધરાવતા બે તંદુરસ્ત છોડ ઉગાડેલા કૂંડા લો.
- ત્રણ દિવસ સુધી તેઓને અંધારા ઓરડામાં રાખો.
- હવે પ્રત્યેક છોડને અલગ-અલગ કાચની પટ્ટી પર રાખો. એક છોડની પાસે વૉચગ્લાસમાં પોટૅશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ (KOH) મૂકો. પોટૅશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડનો ઉપયોગ કાર્બન ડાયૉક્સાઈડના શોષણ માટે થાય છે.



આકૃતિ 6.4 પ્રાયોગિક ગોઠવણી (a) પોટૅશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડયુક્ત (b) પોટૅશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડવિહીન

- આકૃતિ 6.4 અનુસાર બંને છોડને અલગ-અલગ બૅલજારથી ઢાંકી દો.
- જારના તળિયાના ભાગને સીલ કરવા માટે કાચની પટ્ટી પર વેસેલીન લગાવાય છે. તેના ઉપયોગથી વાયુ બૅલજારમાં પ્રવેશતો અટકે છે (અવરોધાય છે).
- લગભગ બે કલાક માટે બંને છોડને સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- પ્રત્યેક છોડમાંથી એક પર્ણ તોડો અને ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિની જેમ (6.1) તેમાં મંડ કે સ્ટાર્ચની હાજરીની ચકાસણી કરો.
- શું બંને પર્ણોમાં સમાન પ્રમાણમાં સ્ટાર્ચની હાજરી દર્શાય/દેખાય છે ?
- આ પ્રવૃત્તિ દ્વારા તમે શું નિર્ણય કરશો ?

ઉપર્યુક્ત બંને પ્રવૃત્તિઓને આધારે શું આપણે એવો પ્રયોગ કરી શકીએ કે જેનાથી એ જાણી શકાય કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સૂર્યના પ્રકાશની જરૂરિયાત હોય છે ?

અત્યાર સુધી આપણે આ ચર્ચા કરી ચૂક્યા છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો પોતાની ઊર્જાની જરૂરિયાતની પ્રાપ્તિ કેવી રીતે કરે છે ? પરંતુ તેઓને પણ પોતાના શરીરના નિર્માણ માટે અન્ય કાચી સામગ્રીની જરૂરિયાત હોય છે. સ્થળજ વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે જરૂરી પાણીની પ્રાપ્યતા ભૂમિમાં રહેલા મૂળ દ્વારા, ભૂમિમાંથી પાણીનું શોષણ કરીને મેળવે છે. નાઇટ્રોજન, ફૉસ્ફરસ, આયર્ન

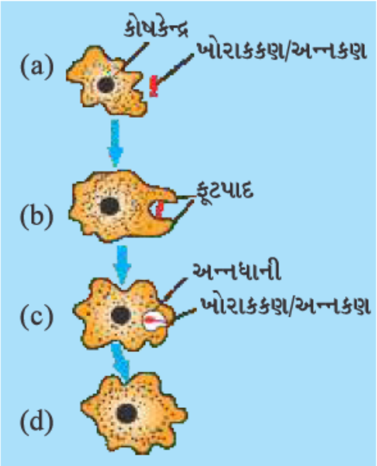
(લોહ) અને મૅગ્નેશિયમ જેવાં અન્ય દ્રવ્યો કે પદાર્થો પણ ભૂમિ કે જમીનમાંથી મેળવે છે. નાઇટ્રોજન એક આવશ્યક ખનિજતત્ત્વ છે જેનો ઉપયોગ પ્રોટીન અને અન્ય સંયોજનોના સંશ્લેષણમાં થાય છે. જે અકાર્બનિક નાઇટ્રેટ કે નાઇટ્રાઇટના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે અથવા તે કાર્બનિક પદાર્થોના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે કે જેઓનું નિર્માણ બૅક્ટેરિયા દ્વારા વાતાવરણીય નાઇટ્રોજનમાંથી થાય છે.

6.2.2 વિષમપોષી પોષણ (Heterotrophic Nutrition)

પ્રત્યેક સજીવ પોતાના પર્યાવરણ સાથે અનુકૂલિત હોય છે. ખોરાક કે આહારના સ્વરૂપને આધારે તેમજ પ્રાપ્યતાના આધારે પોષણની રીત વિવિધ પ્રકારની હોઈ શકે છે. તેના સિવાય તે સજીવની ખોરાક ગ્રહણ કરવાની રીત પર પણ આધારિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો ખોરાકનો સ્રોત સ્થાયી છે, જેમકે ઘાસ કે ગતિશીલ છે, જેમકે હરણ, બંને પ્રકારના ખોરાકના અભિગમની રીત ભિન્ન-ભિન્ન છે અને ગાય અને વાઘ કઈ પોષણની રીતનો ઉપયોગ કરે છે. સજીવો દ્વારા ખોરાક ગ્રહણ કરવાની અને તેના ઉપયોગની અનેક પ્રયુક્તિઓ છે. કેટલાક સજીવો પોષક પદાર્થોનું વિઘટન શરીરની બહાર કરે છે અને પછી તેનું શોષણ કરે છે. બ્રેડમોલ્ડ (તંતુમય ફૂગ), યીસ્ટ અને મશરૂમ વગેરે ફૂગનાં ઉદાહરણો છે. અન્ય સજીવો પોષક પદાર્થનું સંપૂર્ણ અંતઃગ્રહણ કરે છે અને તેનું પાચન શરીરની અંદર કરે છે. સજીવ દ્વારા ખોરાકના અંતઃગ્રહણ કરવાની અને તેનું પાચન કરવાની રીત તેમના શરીરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિ પર નિર્ભર કરે છે. ઘાસ, ફળ, કીટક, માછલી કે મરેલા સસલાને ખાનારાં પ્રાણીઓમાં રહેલી ભિન્નતા વિશે તમે શું વિચારો છો ? કેટલાક અન્ય સજીવો વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને મારી નાખ્યા વગર તેમનામાંથી પોષણ પ્રાપ્ત કરે છે. આ પોષણની રીત અમરવેલ, ઑર્કિડ, ઉધઈ, જૂ, જળો અને પટ્ટીકૃમિ જેવા ઘણાબધા સજીવો દ્વારા દર્શાવાય છે.

6.2.3 સજીવો તેમનું પોષણ કેવી રીતે મેળવે છે ? (How do Organisms obtain their Nutrition ?)

ખોરાક અને તેમની અંતઃગ્રહણની રીત ભિન્ન છે. તેથી વિવિધ સજીવોમાં પાચનતંત્ર પણ અલગ પ્રકારનું હોય છે. એકકોષીય સજીવોમાં ખોરાક સંપૂર્ણ સપાટી દ્વારા મેળવાય છે. પરંતુ સજીવની જટિલતા વધવાની સાથે-સાથે વિવિધ કાર્યો કરવાવાળાં અંગો પણ વિશિષ્ટ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, અમીબા કોષીય સપાટી પરથી આંગળી જેવા અસ્થાયી પ્રવર્ધની મદદથી ખોરાક ગ્રહણ કરે છે. આ પ્રવર્ધ ખોરાકના કણોને ઘેરી લે છે અને તેની સાથે જોડાણ કેળવીને અન્નધાની બનાવે છે (આકૃતિ 6.5). અન્નધાનીની અંદર જટિલ પદાર્થોનું વિઘટન સરળ પદાર્થોમાં થાય છે અને તે કોષરસમાં પ્રસરણ પામે છે. વધેલો ખોરાક, અપાચિત પદાર્થ કોષની સપાટીની તરફ ગતિ કરે છે અને શરીરમાંથી બહાર નિકાલ કરી દેવામાં આવે છે. પેરામિશિયમ પણ એકકોષીય સજીવ છે. તેના કોષનો એક નિશ્ચિત આકાર હોય છે અને ખોરાક એક વિશિષ્ટ સ્થાન દ્વારા જ ગ્રહણ કરી શકે છે. આ સ્થાન સુધી ખોરાક પક્ષ્મોની ગતિ દ્વારા પહોંચે છે; જે કોષની સંપૂર્ણ સપાટીને ઢાંકી દેતા હોય છે.



આકૃતિ 6.5
અમીબામાં પોષણ

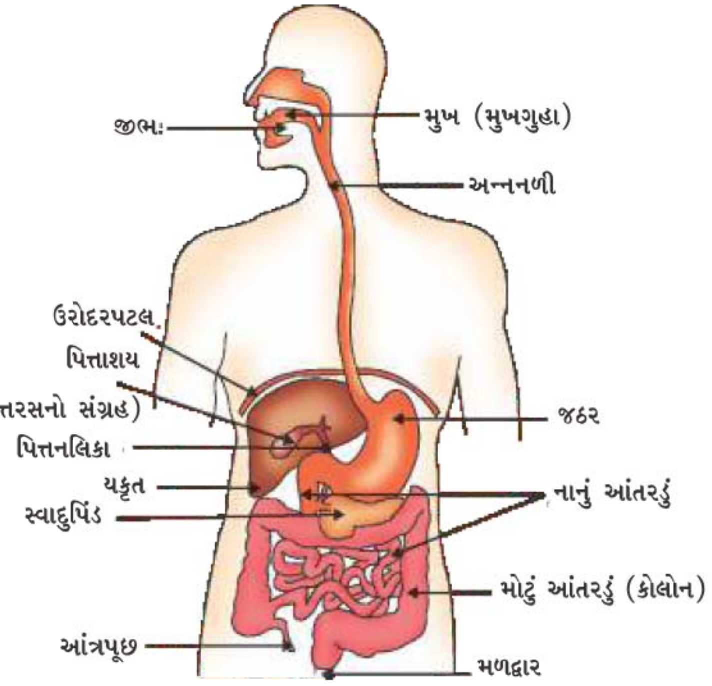
6.2.4 મનુષ્યોમાં પોષણ (Nutrition in Human Beings)

પાચનમાર્ગ કે પાચનની મૂળભૂત સ્વરૂપે મુખથી ગુદા સુધી વિસ્તરેલી એક લાંબી નળી છે. આકૃતિ 6.6માં આપણે આ નળીના વિવિધ ભાગોને જોઈ શકીએ છીએ. વિવિધ કાર્યો કરવા માટે જુદા-જુદા વિસ્તારો વિશિષ્ટતા ધરાવે છે. જે ખોરાક આપણા શરીરમાં એકવાર પ્રવેશ પામે છે તેનું શું થાય છે ? આપણે અહીં આ ક્રિયાની ચર્ચા કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 6.3

- 1 mL 1 % સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ બે કસનળીઓ 'A' અને 'B'માં લો.
- કસનળી 'A'માં 1 mL લાળરસ (લાળ) નાંખો અને બંને કસનળીઓને 20-30 મિનિટ સુધી હલાવ્યા વગર મૂકી રાખો.
- હવે પ્રત્યેક કસનળીમાં કેટલાંક ટીપાં મંદ આયોડિનના દ્રાવણના નાંખો.
- કઈ કસનળીમાં તમને રંગ-પરિવર્તન દેખાય છે ?
- બંને કસનળીઓમાં સ્ટાર્ચની હાજરી કે ગેરહાજરીના વિશે તમે શું નિર્દેશિત કરી શકશો ?
- આ લાળરસ (લાળ)ની સ્ટાર્ચ પર થતી પ્રક્રિયાના વિશે શું દર્શાવે છે ?

આપણે વિવિધ પ્રકારના ખોરાક ખાઈએ છીએ. જેને આ એક જ પાચનમાર્ગમાંથી પસાર થવાનું હોય છે. સ્વાભાવિક રીતે ખોરાકે એક ક્રિયામાંથી પસાર થવાનું છે જેથી તેઓનું નાના-નાના સમાન કણોમાં રૂપાંતર થાય છે. આપણા દાંત વડે ખોરાકને ચાવીને આ ક્રિયા કરવામાં આવે છે. પાચનમાર્ગનું અસ્તર ખૂબ જ નાજુક હોય છે, જેથી ખોરાકને ભીનો કરવામાં આવે છે જેથી તેમનો માર્ગ સરળ બને. જ્યારે આપણે આપણી પોતાની પસંદગીનો કોઈ પદાર્થ ખાઈએ છીએ ત્યારે આપણા મુખમાં પાણી આવે છે. આ ખરેખર પાણી નથી. આ લાળગ્રંથિમાંથી નીકળતો (સ્રવતો) એક રસ છે જેને લાળરસ કે લાળ કહે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેના વિશે બીજી એક બાબત એ છે કે તે જટિલ રચના ધરાવે છે. જો તેનું શોષણ પાચનમાર્ગ દ્વારા કરવું હોય તો તેનો નાના અણુઓમાં વિઘટિત કે ખંડિત કરવા જોઈએ. આ કાર્ય જૈવિક ઉદ્દીપકો દ્વારા થાય છે. જેને આપણે ઉત્સેચક કહીએ છીએ. લાળરસમાં પણ એક ઉત્સેચક હોય છે, જેને લાળરસીય એમાયલેઝ કહે છે. તે સ્ટાર્ચના જટિલ અણુનું શર્કરામાં વિઘટન કરી રૂપાંતરણ કરે છે. ખોરાકને ચાવવા દરમિયાન માંસલ જીભ ખોરાકને લાળરસની સાથે સંપૂર્ણ રીતે ભેળવી દે છે.



આકૃતિ 6.6 માનવ પાચનનળી

પાચનમાર્ગના દરેક ભાગમાં ખોરાકની નિયમિત રીતે ગતિ તેમની નિયત રીતેથી થાય તે જરૂરી છે. જેથી દરેક વિસ્તારમાં તેના પર યોગ્ય ક્રિયા થઈ શકે. પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં લયબદ્ધ સંકોચન પામીને ખોરાકને આગળ ધકેલી શકે તેવા સ્નાયુઓ આવેલા હોય છે. આ ક્રમાનુસાર લયબદ્ધ સંકોચન ગતિ સંપૂર્ણ પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં સર્જાય છે.

મુખથી જઠર સુધી ખોરાક અન્નનળી દ્વારા લઈ જવામાં આવે છે. જઠર એક મોટું અંગ છે જે ખોરાકના આવતાની સાથે વિસ્તરણ પામે છે. જઠરના સ્નાયુમય દીવાલ ખોરાકને અન્ય પાચકરસોની સાથે મિશ્ર કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

પાચનનું કાર્ય જઠરની દીવાલમાં આવેલી જઠરગ્રંથિઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આ ગ્રંથિઓ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl), પ્રોટીન પાચક એક ઉત્સેચક પેપ્સીન અને શ્લેષ્મનો સ્રાવ કરે છે. હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઍસિડિક માધ્યમ તૈયાર કરે છે. જે પેપ્સીન ઉત્સેચકની પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. તમારા મત પ્રમાણે ઍસિડ (HCl) બીજું કયું કાર્ય કરતું હશે ? સામાન્ય પરિસ્થિતિઓમાં

શ્લેષ્મને લીધે, જઠરના આંતરિક અસ્તરને ઍસિડ (HCl)ની સામે રક્ષણ મળે છે. આપણે ઘણાબધા વયસ્કોને ઍસિડિટી કે અમ્લતાની ફરિયાદ કરતાં સાંભળ્યા છે. શું તેનો સંબંધ ઉપર્યુક્ત વર્ણવેલી બાબુત સાથે હોઈ શકે ?

જઠરમાંથી ખોરાક હવે થોડા-થોડા જથ્થામાં નાના આંતરડામાં પ્રવેશે છે, જે મુદ્રિકા સ્નાયુપેશી (નિજઠર વાલ્વ) દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. નાનું આંતરડું પાચનમાર્ગનો સૌથી લાંબામાં લાંબો ભાગ કે અંગ છે. તે ખૂબ જ ગૂંચળાદાર હોવાને કારણે તે ઓછી જગ્યામાં વ્યવસ્થિત રીતે ગોઠવાયેલ હોય છે. વિવિધ પ્રાણીઓમાં નાના આંતરડાની લંબાઈ તેમના ખોરાકના પ્રકારને આધારે ભિન્ન-ભિન્ન હોય છે. ઘાસ ખાનારાં શાકાહારી પ્રાણીઓને સેલ્યુલોઝનું પાચન કરવા માટે લાંબા નાના આંતરડાની જરૂરિયાત હોય છે. માંસનું પાચન સરળ છે. આથી વાઘ જેવા માંસાહારીઓનું નાનું આંતરડું નાનું કે ટૂંકું હોય છે.

નાનું આંતરડું કાર્બોદિત પ્રોટીન અને ચરબીનું પૂર્ણ પાચન માટેનું સ્થાન છે. આ કાર્ય માટે તે યકૃત અને સ્વાદુપિંડના સ્ત્રાવી દ્રવ્યો કે પદાર્થોને મેળવે છે. જઠરમાંથી આવનારો ખોરાક ઍસિડિક હોય છે અને સ્વાદુપિંડના ઉત્સેચકોની ક્રિયા માટે તેઓને આલ્કલીય બનાવવામાં આવે છે. યકૃતમાંથી સ્રવિત થતો પિત્તરસ આ કાર્ય કરે છે, તે વધારામાં ચરબી પર પણ પ્રક્રિયા દર્શાવે છે. નાના આંતરડામાં ચરબી મોટા ગોલકોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેથી તેના પર ઉત્સેચકોનું કાર્ય કરવું મુશ્કેલ હોય છે. પિત્તક્ષારો તેઓને વિખંડિત કરીને નાના ગોલકોમાં રૂપાંતરિત કરે છે. જેથી ઉત્સેચકોની ક્રિયાશીલતામાં વધારો થાય છે. તે સાબુના મેલ પર થતી તૈલોદીકરણની પ્રક્રિયા માફક કાર્ય કરે છે જેના વિશે આપણે પ્રકરણ 4માં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. સ્વાદુપિંડ સ્વાદુપિંડરસ કે સ્વાદુરસનો સ્રાવ કરે છે જેમાં, પ્રોટીનના પાચન માટે ટ્રિપ્સીન ઉત્સેચક હોય છે. તૈલોદીકૃત ચરબીનું પાચન કરવા માટે લાયપેઝ ઉત્સેચક હોય છે. નાના આંતરડાની દીવાલમાં ગ્રંથિઓ આવેલી હોય છે. (આંત્રીય ગ્રંથિઓ) તે આંત્રરસનો સ્રાવ કરે છે. તેમાં આવેલા ઉત્સેચકો અંતે પ્રોટીનનું એમિનો ઍસિડમાં જટિલ કાર્બોદિતોનું ગ્લુકોઝમાં અને ચરબીનું ફેટીઍસિડ અને ગ્લિસરોલમાં રૂપાંતરણ કરી નાંખે છે.

પાચિત ખોરાકનું આંત્રમાર્ગની દીવાલ અભિશોષણ કરી લે છે. નાના આંતરડાના અસ્તરમાં અસંખ્ય (નાના આંતરડાનો અંતિમ ભાગ શેષાંત્રમાં) આંગળી જેવા પ્રવર્ધો હોય છે. જેને રસાંકુરો કહે છે. તે અભિશોષણ માટે સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધારે છે. રસાંકુરોમાં રુધિરવાહિનીઓ વધુ માત્રામાં હોય છે. જે ખોરાકનું અભિશોષણ કરીને શરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી ખોરાકને (પાચિત પદાર્થોને) પહોંચાડે છે. જેનો ઉપયોગ (પાચિત ખોરાકનો ઉપયોગ) ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવા માટે, નવી પેશીઓના નિર્માણ માટે અને જૂની પેશીઓના સમારકામમાં થાય છે.

પચ્યા વગરનો કે અપાચિત ખોરાક મોટા આંતરડામાં મોકલવામાં આવે છે. જ્યાં વધુ માત્રામાં આવેલા રસાંકુરો અપાચિત ખોરાક (અભિશોષણ ન પામેલ ખોરાક)માંથી પાણીનું શોષણ કરે છે. શેષ પદાર્થો ગુદા દ્વારા શરીરની બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે. આ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને બહાર ફેંકવાની કે ત્યાગ કરવાનું નિયંત્રણ મળદ્વારના મુદ્રિકા સ્નાયુઓ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

દાંતનું ક્ષરણ

દાંતનું ક્ષરણ કે દાંતનો ક્ષય, ઇનેમલ અને ડેન્ટિનનું ધીમે-ધીમે નાજુક બનવાને કારણે થાય છે. આની શરૂઆત ત્યારે થાય છે જ્યારે જીવાણુ કે બૅક્ટેરિયા શર્કરા પર પ્રક્રિયા કરીને ઍસિડનું નિર્માણ કરે છે. ત્યારે ઇનેમલ નાજુક કે વિખનીજીકરણ પામે છે (ખનીજ કે ક્ષાર દૂર થવાની ક્રિયા). અનેક જીવાણુઓ કે બૅક્ટેરિયા ખાદ્ય કણો કે અણુઓ સાથે ભળી જઈને દાંતો પર ચોંટીને દાંતના પ્લેક (દાંત પર બાઝતી છારી) બનાવી દે છે. આ દંતીય પ્લેક દાંતને ઢાંકી દે છે. જેથી લાળરસ ઍસિડને સક્રિય કરવા માટે કે પ્રક્રિયા કરવા માટે દાંતની સપાટી સુધી પહોંચી શકાતું નથી. ખોરાક ખાધા બાદ દાંતોમાં બ્રશ કરવાથી પ્લેકને દૂર કરી જીવાણુ કે બૅક્ટેરિયા ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે તે પહેલા દૂર કરી શકાય છે. જો તેઓ પર કોઈ અસર થતી નથી તો સૂક્ષ્મ જીવ દાંતની મજ્જામાં પ્રવેશ પામે છે અને દહન કે ઝણઝણાટી કે સંક્રમણ કરી શકે છે.

પ્રશ્નો

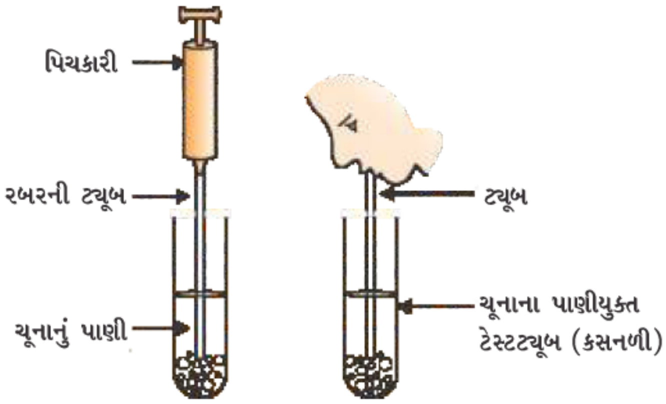
1. સ્વયંપોષી પોષણ અને વિષમપોષી પોષણ વચ્ચે શું તફાવત છે ?
2. પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે આવશ્યક કાચી સામગ્રી વનસ્પતિ ક્યાંથી પ્રાપ્ત કરે છે ?
3. આપણા જઠરમાં ઍસિડની ભૂમિકા શું છે ?
4. પાચક ઉત્સેચકોનું કાર્ય શું છે ?
5. પાચિત ખોરાક કે પદાર્થોના અભિશોષણ માટે નાના આંતરડા (એટલે કે શેષાંત્ર)માં કેવી રચનાઓ આવેલી છે ?

6.3 શ્વસન (Respiration)

U2G2T7

પ્રવૃત્તિ 6.4

- એક કસનળીમાં તાજું તૈયાર કરેલું ચૂનાનું પાણી લો.
- આ ચૂનાના પાણીમાં ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુને કસનળીમાં પ્રવાહિત કરો. (આકૃતિ 6.7(b)).
- નોંધ કરો કે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થવા માટે કેટલો સમય લાગે છે ?
- એક સીરિંજ કે પિચકારી દ્વારા બીજી કસનળીમાં ચૂનાનું પાણી તાજું લઈને વાયુ પ્રવાહિત કરો. (આકૃતિ 6.7(a)).
- નોંધ કરો કે આ વખતે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થતાં કેટલો સમય લાગે છે ?
- ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના પ્રમાણ વિશે આ આપણને શું દર્શાવે છે ?



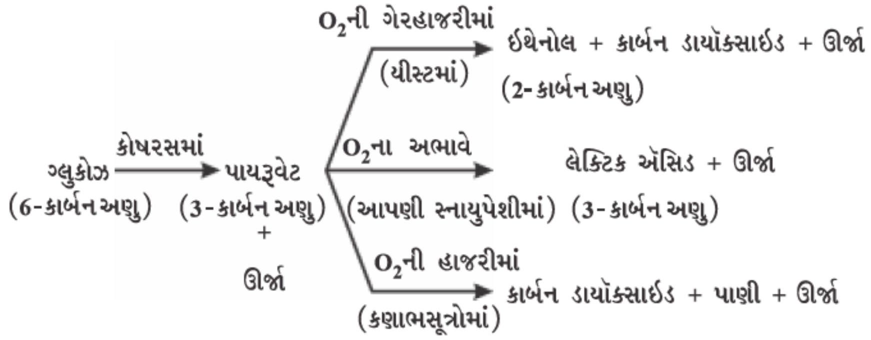
આકૃતિ 6.7
(a) પિચકારીની સીરિંજ સાથે હવા ચૂનાના પાણીમાં પસાર થાય છે. (b) ચૂનાના પાણીમાંથી હવા બહાર નીકળે છે/ખેંચાય છે

પ્રવૃત્તિ 6.5

- કોઈ પણ ફળનો રસ કે ખાંડનું દ્રાવણ લઈને તેમાં કેટલીક યીસ્ટ નાંખો. એક છિદ્રવાળો બૂચ લગાડી કસનળીમાં આ મિશ્રણને લો.
- કોર્કમાં વળેલી કાચની નળી લગાવો. કાચની નળીના મુક્ત છેડાને તાજું તૈયાર કરેલ ચૂનાના પાણીવાળી કસનળીમાં ડુબાડો.
- ચૂનાના પાણીમાં થનાર પરિવર્તનને અને આ પરિવર્તનમાં લાગતાં સમયનું અવલોકન નોંધો.
- આથવણના ઉત્પાદન કે નીપજના વિષયમાં આ આપણને શું દર્શાવે છે ?

આ પહેલાના વિભાગમાં આપણે સજીવોમાં પોષણના વિષય પર ચર્ચા કરી હતી. જે ખાદ્ય-પદાર્થોનું અંતઃગ્રહણ પોષણની ક્રિયા માટે થાય છે, કોષો તેઓનો ઉપયોગ વિવિધ જૈવિક ક્રિયાઓ માટે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાને માટે કરે છે. વિવિધ સજીવ તેને વિભિન્ન પદ્ધતિઓ દ્વારા કરે છે. કેટલાક સજીવ ઑક્સિજનનો ઉપયોગ ગ્લુકોઝને સંપૂર્ણ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીમાં વિઘટન કે વિખંડિત કરવા માટે કરે છે. જ્યારે કેટલાક અન્ય સજીવો બીજા પરિપથ (પદ્ધતિ)માં ઉપયોગ કરે છે. જેમાં ઑક્સિજન પ્રાપ્ત થતો નથી કે તે કાર્યરત હોતો નથી (આકૃતિ 6.8). આ બધી અવસ્થાઓમાં પહેલો

તબક્કો ગ્લુકોઝના છ કાર્બનવાળા અણુનું ત્રણ કાર્બનવાળા અણુ પાયરૂવેટમાં વિઘટન કરવાનો છે. આ ક્રિયા કોષરસમાં થાય છે. ત્યાર બાદ પાયરૂવેટ, ઈથેનોલ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઈડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ ક્રિયા યીસ્ટમાં આથવણ દરમિયાન થાય છે. આ ક્રિયા ઑક્સિજનની ગેરહાજરીમાં થતી હોવાથી તેને અજારક શ્વસન કહે છે. પાયરૂવેટનું વિખંડન કે વિઘટન ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરીને કણાભસૂત્રોમાં થાય છે. આ ક્રિયા ત્રણ કાર્બનવાળા પાયરૂવેટના અણુનું વિઘટન કરીને ત્રણ કાર્બન ડાયૉક્સાઈડના અણુ આપે છે. બીજી નીપજ પાણી છે. આ પ્રક્રિયા ઑક્સિજનની હાજરીમાં થવાથી તેને જારક શ્વસન કહે છે. અજારક શ્વસનની તુલનામાં જારક શ્વસનમાં ઊર્જાનો ત્યાગ ખૂબ જ વધારે હોય છે. કેટલીક વાર જ્યારે આપણી સ્નાયુપેશી (માંસપેશી)ના કોષોમાં ઑક્સિજનનો અભાવ કે ઓછું પ્રમાણ હોય ત્યારે પાયરૂવેટનું વિઘટન બીજા પરિપથ પર થાય છે. અહીંયાં પાયરૂવેટ ત્રણ કાર્બનવાળા અણુ લેક્ટિક ઍસિડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. અચાનક કોઈ પ્રક્રિયા થવાથી આપણી સ્નાયુપેશીમાં લેક્ટિક ઍસિડનું નિર્માણ થવાને લીધે સ્નાયુઓ જકડાઈ જાય છે.



આકૃતિ 6.8 વિવિધ પરિપથો દ્વારા ગ્લુકોઝનું વિઘટન

કોષીય શ્વસન દ્વારા મુક્ત થતી ઊર્જા તરત જ ATP નામના અણુના સ્વરૂપમાં સંશ્લેષણ પામે છે. જે કોષને અન્ય પ્રક્રિયાઓ માટે બળતણના રૂપે પ્રાપ્ત થાય છે. ATPનું વિઘટન એક નિશ્ચિત પ્રમાણમાં ઊર્જાને મુક્ત કરે છે. જે કોષની અંદર થનારી આંતરોષ્મી (Endothermic) પ્રક્રિયાઓનું સંચાલન કરે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

ATP (એડિનોસાઈન ટ્રાયફૉસ્ફેટ)

મોટા ભાગની કોષીય પ્રક્રિયાઓ માટે ATP એક ઊર્જા ચલણ છે. શ્વસનની પ્રક્રિયામાં મુક્ત થયેલી ઊર્જાનો ઉપયોગ ADP અને અકાર્બનિક ફૉસ્ફેટ Ⓟમાંથી ATP અણુ બને છે.

$$ADP + Ⓟ \xrightarrow{\text{ઊર્જા}} ADP \sim Ⓟ = ATP, \quad (Ⓟ = \text{અકાર્બનિક ફૉસ્ફેટ})$$

આંતરોષ્મી પ્રક્રિયા કોષની અંદર થાય છે ત્યારે આ ATPનો ઉપયોગ પ્રક્રિયાઓનું સંચાલન કરવા કે પ્રક્રિયા દર્શાવવામાં થાય છે. પાણીનો ઉપયોગ કર્યા પછી ATPમાં જ્યારે આંતરિક ફૉસ્ફેટ (અકાર્બનિક)ની સહલગ્નતા તૂટે છે, તો 30.5 KJ/molને સમકક્ષ ઊર્જા મુક્ત થાય છે.

વિચારો, કેવી રીતે એક બૅટરી વિવિધ પ્રકારના ઉપયોગ માટે ઊર્જા આપે છે. આ યાંત્રિકઊર્જા, પ્રકાશઊર્જા, વિદ્યુતઊર્જા અને આ રીતે અન્ય માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ રીતે કોષમાં ATPનો ઉપયોગ પેશીઓના સંકોચન, પ્રોટીન સંશ્લેષણ, ઊર્મિવેગના વહન, પ્રચલન વગેરે અનેક ક્રિયાઓ માટે થાય છે.

જારક શ્વસન પરિપથ ઑક્સિજન પર આધારિત હોવાથી જારક સજીવો માટે પર્યાપ્ત માત્રામાં ઑક્સિજન પ્રાપ્ત કરતાં રહેવું આવશ્યક હોય છે. આપણે જોઈ ગયાં કે વનસ્પતિઓ વાયુઓનો વિનિમય રંધ્ર દ્વારા કરે છે અને આંતરકોષીય અવકાશ તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે બધા કોષો વાયુના સંપર્કમાં હોય છે. અહીંયાં, કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ અને ઑક્સિજનની આપ-લે પ્રસરણ દ્વારા થાય છે.

તે કોષોમાં કે તેનાથી દૂર અને બહાર હવામાં જઈ શકે છે. પ્રસરણની દિશા પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિ અને વનસ્પતિઓની આવશ્યકતા પર આધારિત છે. રાત્રિ દરમિયાન જ્યારે કોઈ પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા થતી નથી ત્યારે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું મુક્ત થવું મુખ્ય ઘટના બને છે. દિવસે શ્વસન દરમિયાન નિર્માણ પામેલ CO_2 પ્રકાશસંશ્લેષણમાં વપરાઈ જાય છે. જેથી કોઈ CO_2 મુક્ત થતો નથી. આ સમયે ઑક્સિજનનું મુક્ત થવું તે મુખ્ય ઘટના બને છે.

પ્રાણીઓમાં પર્યાવરણમાંથી ઑક્સિજન મેળવવા અને ઉત્પન્ન થયેલા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડથી છૂટકારો મેળવવા માટે વિવિધ પ્રકારનાં અંગોનો વિકાસ થયેલો હોય છે. સ્થળચર પ્રાણી વાતાવરણમાંથી ઑક્સિજન મેળવી શકે છે, પરંતુ જો પ્રાણીઓ જળચર હોય, તો તેઓને પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો જ ઉપયોગ કરવો પડે છે.

પ્રવૃત્તિ 6.6

- એક માછલીઘરમાં માછલીનું અવલોકન કરો. તેઓ પોતાનું મોં ખોલી અને બંધ કરે છે. તેની સાથે આંખોની પાછળની ઝાલરફાટો (કે ઝાલરફાટોને ઢાંકતી ઝાલર ઢાંકણ) પણ ખૂલે છે અને બંધ થાય છે. શું મોં તથા ઝાલરફાટોના ખૂલવા અને બંધ થવાના સમય વચ્ચે કોઈ પ્રકારનો સંબંધ છે ?
- ગણતરી કરો કે માછલી એક મિનિટમાં કેટલી વાર મોં ખોલે છે અને બંધ કરે છે.
- તમે એક મિનિટમાં કેટલી વાર શ્વાસ અંદર-બહાર કરો છો તેની સાથે તેને સરખાવો.

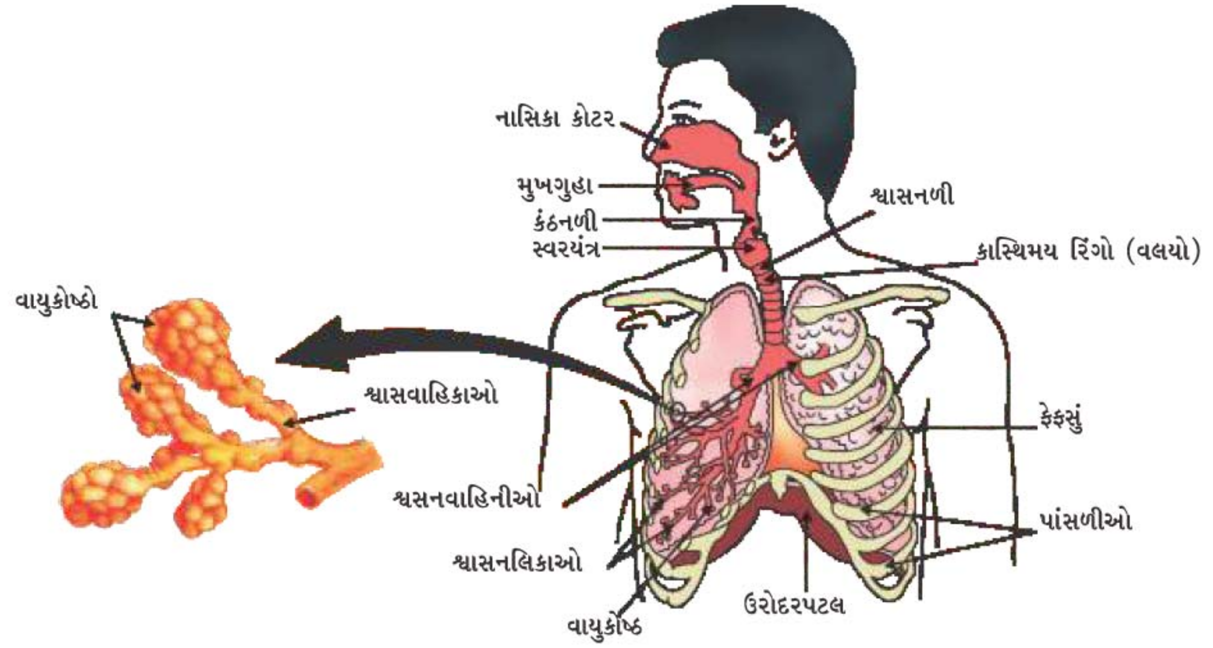
પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ હવામાં રહેલા ઑક્સિજનના પ્રમાણ કરતાં ખૂબ જ ઓછું હોવાથી જળચર પ્રાણીઓનો શ્વાસ દર સ્થળચર પ્રાણીઓની તુલનામાં ઘણો ઝડપી હોય છે. માછલી પોતાના મોં દ્વારા પાણી મેળવે છે અને પ્રયત્નપૂર્વક ઝાલર સુધી પહોંચાડે છે જ્યાં રુધિર દ્વારા દ્રાવ્ય ઑક્સિજન મેળવાય છે.

સ્થળચર પ્રાણી શ્વસન માટે વાતાવરણમાંના ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ સજીવોમાં આ ઑક્સિજન ભિન્ન-ભિન્ન અંગો દ્વારા શોષણ પામે છે. આ બધાં અંગોમાં એક એવી રચના હોય છે, કે જે તેના સપાટીનાં ક્ષેત્રફળમાં વધારો કરે છે જે વધુ ઑક્સિજનયુક્ત વાતાવરણના સંપર્કમાં રહે છે. ઑક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના વિનિમય આ સપાટીની આરપાર થતું હોવાને લીધે, આ સપાટી ખૂબ જ પાતળી અને નાજુક હોય છે. આ સપાટીનું રક્ષણ કરવાના હેતુથી તે શરીરની અંદર ગોઠવાયેલી હોય છે, માટે આ ક્ષેત્રમાં હવાને આવવા માટે કોઈ રસ્તો હોવો જોઈએ. આ ઉપરાંત જ્યાં ઑક્સિજનનું શોષણ થાય છે, તે વિસ્તારમાં હવા અંદર અને બહાર થવા માટે ખાસ કાર્યવિધિ હોય છે.

મનુષ્યમાં (આકૃતિ 6.9) નસકોરાં (નાસિકા છિદ્ર) દ્વારા હવા શરીરમાં લેવામાં આવે છે. નસકોરાં દ્વારા આવનારી હવા તેના માર્ગ આવેલા નાના રોમ જેવા વાળ દ્વારા ગળાય (Filter) છે. જેથી શરીરમાં આવનારી હવા ધૂળ અને બીજી અશુદ્ધિ રહિત બને છે. આ માર્ગમાં શ્લેષ્મનું સ્તર પણ હોય છે જે આ પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. અહીંયાંથી હવા ગ્રીવા દ્વારા ફેફસાંમાં વહન પામે છે. ગ્રીવા કે કંઠનળીના પ્રદેશમાં કાસ્થિની વલયમય રચના હોય છે જે હવાનો માર્ગ બંધ થતો અટકાવે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

તમાકુનો સીધો કે સિગાર, સિગારેટ, બીડી, હૂકા, ગુટખા વગેરેના સ્વરૂપમાં તમાકુના કોઈપણ ઉત્પાદન (બનાવટ)નો ઉપયોગ હાનિકારક છે. તમાકુનો ઉપયોગ મોટા ભાગે જીભ (tongue), ફેફસાં (lungs), હૃદય (heart) તથા યકૃત (liver)ને અસર કરે છે. ધુમ્રપાન સિવાયની તમાકુ (smokeless tobacco) પણ હૃદયના હૂમલા (heart attacks) હૃદયઘાત (strokes) ફેફસાંને લાગતા રોગો (pulmonary diseases) તથા ઘણા સ્વરૂપોના કેન્સર માટેનું મુખ્ય જોખમી પરિબળ છે. ગુટખાના સ્વરૂપમાં તમાકુ ચાવવાના લીધે ભારતમાં મુખના કેન્સરની ઘટનાઓ વધવા પામી છે. તંદુરસ્ત રહો : ફક્ત તમાકુ અને તેના ઉત્પાદનો માટે જ નહી.



આકૃતિ 6.9 માનવનું શ્વસનતંત્ર

> **શું તમે જાણો છો ?**
>
> ધૂમ્રપાન સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે.
>
> દુનિયાભરમાં મૃત્યુ માટેનાં સામાન્ય કારણોમાંનું એક કારણ ફેફસાંનું કૅન્સર છે. શ્વસનમાર્ગના ઉપરના ભાગમાં સૂક્ષ્મ રોમ જેવા પક્ષ્મો હોય છે. આ પક્ષ્મો શ્વાસમાં લીધેલી હવામાંથી સૂક્ષ્મ જીવો, ધૂળ અને અન્ય હાનિકારક રજકણો દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. ધૂમ્રપાન આ રોમનો નાશ કરે છે જેથી ધૂળ, ધુમાડો અને અન્ય નુકસાન - કારક રસાયણો ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને સંક્રમણ, કફ તથા ફેફસાંના કૅન્સરને પણ પ્રેરે છે.

ફેફસાંની અંદર આ માર્ગ નાની-નાની નલિકાઓમાં વિભાજન થાય છે અને જે અંતમાં કે છેવટે ફુગ્ગા જેવી રચનામાં પરિણામે છે, જેને વાયુકોષ્ઠો કહે છે. વાયુકોષ્ઠો એક સપાટી પૂરી પાડે છે કે જેના દ્વારા વાતવિનિમય થઈ શકે છે. વાયુકોષ્ઠોની દીવાલ પર રુધિરકેશિકાઓની વિસ્તૃત જાળીરૂપ રચના હોય છે. આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં જોઈ ગયાં છીએ કે જ્યારે શ્વાસ અંદર લઈએ છીએ ત્યારે આપણી પાંસળીઓ ઊપસી આવે છે અને આપણો ઉરોદરપટલ ચપટો (Flat) બને છે. તેના પરિણામે ઉરસીયગુહા મોટી બને છે અને હવા ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને વિસ્તરણ પામેલા વાયુકોષ્ઠોને હવાથી ભરી દે છે. રુધિર શરીરમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને વાયુકોષ્ઠોમાં મુક્ત કરવા માટે લાવે છે. વાયુકોષ્ઠની રુધિરકેશિકાઓનું રુધિર, વાયુકોષ્ઠની હવામાંથી ઑક્સિજન લઈને શરીરના બધા જ કોષો સુધી પહોંચાડે છે. શ્વાસોચ્છ્વાસચક્ર દરમિયાન જ્યારે હવા અંદર અને બહાર આવાગમન પામે છે ત્યારે ફેફસાં હંમેશાં હવાના વિનિમય માટે વિશિષ્ટતા દર્શાવે છે જેથી ઑક્સિજનના શોષણ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને વાતાવરણમાં મુક્ત કરવા માટેનો પર્યાપ્ત સમય મળી રહે છે.

જ્યારે પ્રાણી કદમાં મોટું હોય છે ત્યારે ખાલી પ્રસરણદાબ વડે બધાં અંગોમાં ઑક્સિજન પહોંચાડવો અશક્ય હોય છે. જોકે, ફેફસાંની હવામાંથી શ્વસનરંજક દ્રવ્યકણ ઑક્સિજન લઈને તે પેશીઓ સુધી પહોંચાડે છે, જેમાં ઑક્સિજનની ઊણપ હોય છે. માનવમાં શ્વસનરંજક દ્રવ્યકણ હિમોગ્લોબીન છે જે ઑક્સિજન માટે ઊંચી બંધન ઊર્જા ધરાવે છે (બંધુતા ધરાવે છે). આ રંજકદ્રવ્યકણ લાલ રંગના રક્તકણમાં આવેલા હોય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ પાણીમાં વધારે દ્રાવ્ય છે અને તેથી તેનું પરિવહન આપણા રુધિરમાં દ્રાવ્ય અવસ્થામાં થાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

- જો વાયુકોષ્ઠની સપાટીને ફેલાવવામાં આવે તો તે લગભગ 80 m^2 વિસ્તારને ઢાંકે છે. શું તમે અનુમાન કરી શકો છો કે તમારા પોતાના શરીરની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ કેટલું હશે ? વિચાર કરો કે વિનિમય માટે સપાટીનું વિસ્તરણ પામવાથી વાત વિનિમય કેટલી કાર્યક્ષમ રીતે થાય છે.
- જો આપણા શરીરમાં પ્રસરણ દ્વારા ઑક્સિજન વહન પામતો હોય તો આપણાં ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનના એક અણુને પગના અંગૂઠા સુધી પહોંચવામાં આશરે 3 વર્ષ જેટલો સમય લાગી શકે છે. શું તમને એ બાબતની ખુશી નથી કે આપણી પાસે હિમોગ્લોબીન છે ?

પ્રશ્નો

1. શ્વસન માટે ઑક્સિજન પ્રાપ્ત કરવાની ક્રિયામાં એક જળચર પ્રાણીની તુલનામાં સ્થળચર પ્રાણીને શું લાભ છે ?
2. ભિન્ન પ્રાણીઓમાં ગ્લુકોઝના ઑક્સિડેશન વડે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાનાં વિવિધ પરિપથો કયાં છે ?
3. મનુષ્યોમાં ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પરિવહન કેવી રીતે થાય છે ?
4. વાતવિનિમય માટે માનવ-ફેફસાંમાં મહત્તમ ક્ષેત્રફળ પ્રાપ્ત થાય એ માટે કઈ રચનાઓ છે ?

6.4 વહન (Transportation)

X1L9Z6

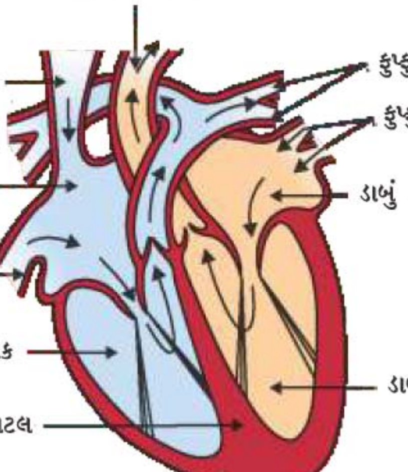
6.4.1 માનવોમાં વહન (Transportation In Human Beings)

પ્રવૃત્તિ 6.7

- તમારી આસપાસના એક સ્વાસ્થ્ય કેન્દ્રની મુલાકાત લો અને જાણકારી મેળવો કે માનવમાં હિમોગ્લોબીનના પ્રમાણનું સામાન્ય પ્રમાણ શું છે ?
- શું તે બાળકો અને વૃદ્ધો માટે પણ સમાન છે ?
- શું પુરુષ અને સ્ત્રીઓના હિમોગ્લોબીનના સ્તરમાં કોઈ તફાવત છે ?
- તમારી આસપાસની એક પશુચિકિત્સાલય (Vetrerinary Clinic)ની મુલાકાત લો. જાણકારી મેળવો કે પશુઓ જેવાં કે ભેંસ કે ગાયમાં હિમોગ્લોબીનનું પ્રમાણ સામાન્ય રીતે શું હોય છે ?
- શું આ પ્રમાણ વાછરડાંઓ, નર અને માદા પ્રાણીઓમાં સમાન છે ?
- નર અને માદા માનવ તેમજ પ્રાણીઓમાં જોવા મળતાં તફાવતની તુલના કરો.
- જો કોઈ તફાવત છે તો તેને કેવી રીતે સમજાવશો ?

અગાઉના વિભાગમાં આપણે જોઈ ગયાં કે ખોરાક, ઑક્સિજન અને નકામા પદાર્થોનું આપણા શરીરમાં વહન રુધિર કરે છે. ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે રુધિર એક પ્રવાહી સંયોજક પેશી છે. રુધિરમાં એક પ્રવાહી માધ્યમ હોય છે જેને પ્લાઝમા (રુધિરરસ) કહે છે, તેમાં કોષો નિલંબિત હોય છે. પ્લાઝમા (રુધિરરસ) ખોરાક (પોષકદ્રવ્યો), કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ પદાર્થોનું દ્રાવ્ય સ્વરૂપે વહન કરે છે. ઑક્સિજનને રક્તકણો (RBC_S) લઈ જાય છે. ઘણાબધા અન્ય પદાર્થો જેવા કે ક્ષારોનું વહન પણ રુધિર દ્વારા થાય છે. આમ, આપણને એક પંપ જેવા અંગની જરૂરિયાત છે જે રુધિરને અંગોની આસપાસ ધકેલી શકે, નલિકાઓ કે વાહિનીઓના એક પરિપથની જરૂરિયાત હોય છે જે રુધિરને બધી પેશીઓ સુધી મોકલી શકે અને એક એવા તંત્રની પણ આવશ્યકતા હોય છે જે નિશ્ચિત કરે કે જો પરિપથમાં ક્યારેક નુકસાન થાય તો તેમનું સમારકામ થઈ શકે.

આપણો પંપ–હૃદય (Our Pump–The Heart)

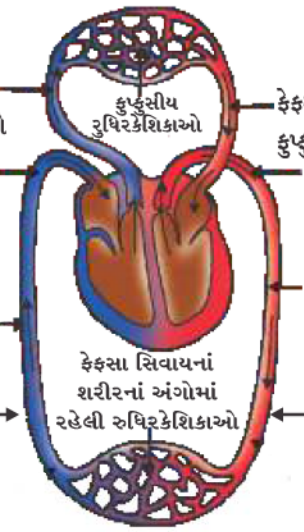


આકૃતિ 6.10
માનવ-હૃદયનો
રેખાંકિત છેદ

હૃદય એક સ્નાયુલ અંગ છે જે આપણી મુઠ્ઠીના કદનું હોય છે. (આકૃતિ 6.10). રુધિરને ઑક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ બંનેનું વહન કરવાનું હોય છે. તેથી, ઑક્સિજનયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત રુધિરની સાથે ભળતા અટકાવવા માટે હૃદય કેટલાંક ખંડોમાં વિભાજિત હોય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડથી મુક્ત કરવા માટે ફેફસાંમાં લઈ જવામાં આવે છે અને ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિરને પાછું હૃદયમાં લાવવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ આ ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર શરીરના બાકીના ભાગોમાં પંપ કરીને મોકલવામાં આવે છે.

આપણે આ પ્રક્રિયાને તબક્કાવાર સમજીએ (આકૃતિ 6.11). ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર હૃદયની પાતળી દીવાલ ધરાવતા ખંડ ડાબા કર્ણકમાં આવે છે. ડાબું કર્ણક રુધિર મેળવતી વખતે શિથિલ થાય છે. હવે જ્યારે ડાબું કર્ણક સંકોચન પામે છે ત્યારે તેની નીચે આવેલું ડાબું ક્ષેપક શિથિલન પામે છે જેથી રુધિર તેમાં દાખલ થાય છે. ત્યાર બાદ માંસલ ડાબા ક્ષેપકનાં સંકોચનથી રુધિર હૃદયમાંથી શરીરના વિવિધ ભાગો તરફ જાય છે. હકીકતમાં આ જ સમયે શરીરના વિવિધ ભાગોમાંથી એકઠું થયેલું ઑક્સિજનવિહીન રુધિર હૃદયના જમણી તરફના ઉપરના ખંડ જમણા કર્ણકના શિથિલન થવાથી તેમાં દાખલ થાય છે. જમણા કર્ણકનું સંકોચન થતાં જ તેની નીચેના જમણા ક્ષેપકનું શિથિલન થાય છે. જે પછી તેને ઑક્સિજનયુક્ત થવા માટે ફેફસાં તરફ ધકેલે છે. ક્ષેપકોએ રુધિરને શરીરના વિવિધ ભાગો તરફ ધકેલવાનું હોવાથી તેમની દીવાલ કર્ણકોની સાપેક્ષમાં માંસલ અને જાડી હોય છે. રુધિરનું તે જ માર્ગે પાછું વહન ન થાય તે માટે વાલ્વ કાર્ય કરે છે.

ફેફસામાં ઑક્સિજનનો રુધિરમાં પ્રવેશ (Oxygen Enters the Blood In The Lungs)



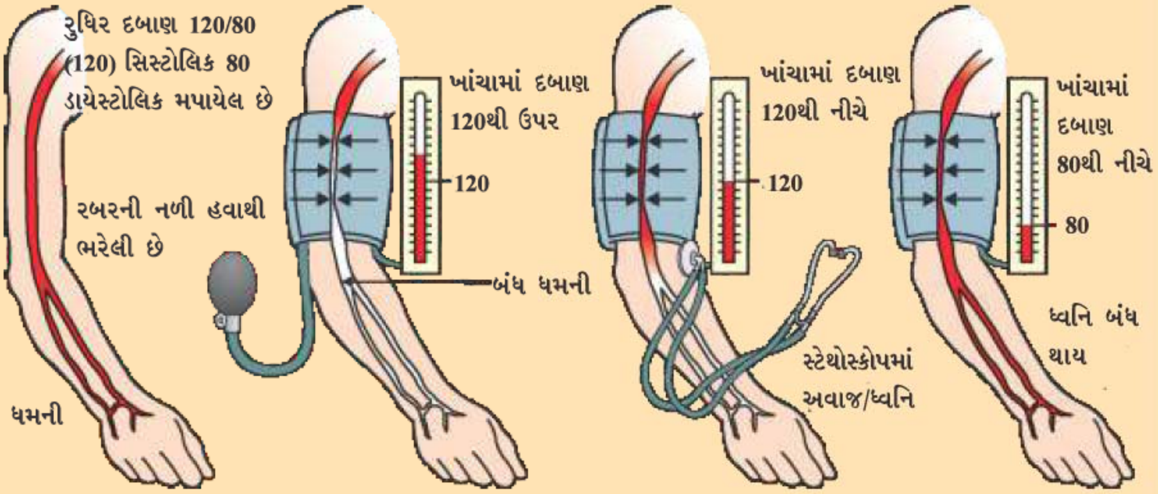
આકૃતિ 6.11
ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું વહન અને ફેરબદલી પ્રદર્શિત કરતો રેખાંકન

હૃદયના જમણા તેમજ ડાબા ખંડોમાં વહેંચાવાની રીત, ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિરને મિશ્રિત થતું અટકાવવા માટે લાભદાયક છે. આ વહેંચણી શરીરને ઑક્સિજનનો ઉચ્ચ (વધુ) કાર્યદક્ષ પૂરવઠો પૂરો પાડે છે. પક્ષી અને સસ્તનની જેમ પ્રાણીઓ કે જેઓને વધુ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે, તેઓ માટે આ પદ્ધતિ ખૂબ જ લાભદાયક છે. કારણ કે તેમને શરીરના તાપમાન જાળવી રાખવા માટે નિરંતર ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. તેવાં પ્રાણીઓ કે જેઓને આ કાર્ય માટે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરવાનો હોતો નથી. તેઓના શરીરના તાપમાન પર્યાવરણના તાપમાન પર આધારિત હોય છે. ઉભયજીવી પ્રાણીઓ કે સરિસૃપ જેવાં પ્રાણીઓમાં ત્રિખંડીય હૃદય હોય છે અને તેઓ ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિર પ્રવાહને કેટલીક હદ સુધી મિશ્રિત થવાની ઘટનાને પણ સહન કરી શકે છે. બીજી તરફ માછલીનું હૃદય માત્ર બે ખંડોનું બનેલું છે. ત્યાંથી રુધિર ઝાલરોમાં મોકલવામાં આવે છે જ્યાં તે (રુધિર) ઑક્સિજનયુક્ત બને છે અને સીધું શરીરમાં મોકલવામાં આવે છે. આ રીતે માછલીઓના શરીરમાં એક ચક્રમાં માત્ર એક જ વાર રુધિરને હૃદયમાં લાવવામાં આવે છે. બીજી તરફ અન્ય પૃષ્ઠવંશીઓમાં પ્રત્યેક ચક્રમાં આ (રુધિર) બેવાર હૃદયમાં આવે છે. જેને બેવડું પરિવહન કહે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

રુધિરદાબ (Blood Pressure)

રુધિરવાહિનીઓની દીવાલ પર રુધિર જે દબાણ (બળ) લગાડે છે તેને રુધિરનું દબાણ કહે છે. આ દબાણ શિરાઓની તુલનામાં ધમનીઓમાં ખૂબ વધારે હોય છે. ધમનીની અંદર રુધિરનું દબાણ ક્ષેપકના સંકોચન દરમિયાન સંકોચન દાબ કે સંકોચન દબાણ અને ક્ષેપકનું શિથિલન કે વિસ્તરણ થાય તે દરમિયાન ધમનીની અંદરનું દબાણ શિથિલન દબાણ કહેવાય છે. સામાન્ય રીતે સંકોચન દબાણ (સિસ્ટોલિક દબાણ) લગભગ 120 mm Hg (પારો = Hg) અને શિથિલન દબાણ (ડાયસ્ટોલિક દબાણ) લગભગ 80 mm (Hg = પારો) હોય છે.



સ્ફિગ્નોમેનોમીટર નામના યંત્ર દ્વારા રુધિરનું દબાણ કે રુધિરદાબ (Blood Pressure) માપવામાં આવે છે. વધુ રુધિરદાબને અતિતણાવ (Hyper Tention) પણ કહે છે અને તેનું કારણ ધમનીકાઓનું સંકોચન પામવાની ક્રિયા છે. આનાથી રુધિર પ્રવાહમાં પ્રતિરોધકતા વધી જાય છે. જેથી ધમની ફાટી જવાની સંભાવના વધે છે અને આંતરિક રુધિરસ્રાવ થઈ શકે છે.

નલિકાઓ : રુધિરવાહિનીઓ (The Tubes - Blood Vessels)

ધમનીઓ એવી રુધિરવાહિનીઓ છે જે રુધિરને હૃદયમાંથી શરીરનાં વિવિધ અંગો સુધી લઈ જાય છે. ધમનીની દીવાલ જાડી અને સ્થિતિસ્થાપક હોય છે કારણ કે રુધિર હૃદયમાંથી ઊંચા દબાણે વહે છે. શિરાઓ વિવિધ અંગોમાંથી રુધિર એકત્ર કરીને પાછું હૃદયમાં લાવે છે. તેમાં જાડી દીવાલની જરૂરિયાત હોતી નથી કારણ કે રુધિરમાં પર્યાપ્ત દબાણ હોય છે, તદ્દુપરાંત તેમાં રુધિરને એક જ દિશામાં વહન કરાવવા માટે વાલ્વ હોય છે.

કોઈ અંગ કે પેશી સુધી પહોંચીને ધમની વધુ ને વધુ નાની-નાની વાહિનીઓમાં વિભાજિત થાય છે. જેનાથી બધા કોષોની સાથે રુધિરનો સંપર્ક થઈ શકે. સૌથી નાની વાહિ નીઓ કે કેશિકાઓની દીવાલ એક કોષીય જાડાઈ ધરાવે છે અને રુધિર તેમજ આસપાસના કોષોની વચ્ચેથી પદાર્થોનો વિનિમય આ પાતળી દીવાલ દ્વારા જ થાય છે. ત્યાર બાદ કેશિકાઓ ભેગી મળીને શિરાઓ બનાવે છે અને રુધિરને અંગ કે પેશીથી દૂર લઈ જાય છે.

ત્રાકકણો દ્વારા રક્ષણ કે જાળવણી (Maintenance by Platelets)

આ નલિકાઓના તંત્રમાં જો ક્યાંક લીકેજ થાય તો ? એવી સ્થિતિ પર વિચાર કરો કે જ્યારે આપણે ઘાયલ થઈએ છીએ અને રુધિરસ્રાવ થવા લાગે છે. તંત્રમાંથી રુધિરનો આ વ્યય પ્રાકૃતિક રૂપે ઘટાડવો જોઈએ. રુધિરના વધુ સ્રાવથી રુધિરદાબ ઘટે છે જેનાથી પંપિંગ પ્રણાલી (ધકેલવાની ક્રિયા)ની કાર્યક્ષમતામાં ઊણપ આવે છે. આ રુધિરસ્રાવને રોકવા માટે રુધિરમાં ત્રાકકણો (Platelets અથવા

Thrombocytes) રુધિર કોષો આવેલા હોય છે. જે સંપૂર્ણ શરીરમાં પરિવહન કરે છે અને રુધિર-સ્રાવના સ્થાન પર રુધિરની જમાવટ કરીને રુધિરસ્રાવ અટકાવે છે.

લસિકા (Lymph)

વહનની ક્રિયામાં મદદરૂપ થતું બીજું પણ એક પ્રવાહી છે, જેને લસિકા કહે છે. કેશિકાઓની દીવાલમાં આવેલાં છિદ્રો દ્વારા કેટલાક રુધિરરસ (પ્લાઝમા), પ્રોટીન અને રુધિરકોષો બહાર નીકળીને પેશીના આંતરકોષીય અવકાશમાં આવે છે અને લસિકાનું નિર્માણ કરે છે. તે રુધિરના રુધિરરસની જેવું જ હોય છે પરંતુ તે રંગહીન અને અલ્પ માત્રામાં પ્રોટીન ધરાવે છે. લસિકા આંતરકોષીય વાહિકા બનાવે છે અને અંતમાં મોટી શિરામાં ખૂલે છે. પચેલો આહાર અને નાના આંતરડા દ્વારા અભિશોષણ પામેલ ચરબીનું વહન લસિકા દ્વારા થાય છે અને વધારાના પ્રવાહીને બાહ્ય કોષીય અવકાશમાંથી પાછું રુધિરમાં લઈ આવે છે.

6.4.2 વનસ્પતિઓમાં વહન (Transportation in Plants)

આપણે પહેલાં ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે, વનસ્પતિ કેવી રીતે CO_2 જેવા સરળ સંયોજન મેળવે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ઊર્જાનો સંગ્રહ ક્લોરોફિલયુક્ત અંગો, પર્ણોમાં કરે છે. વનસ્પતિ શરીરના નિર્માણ માટે જરૂરી અન્ય કાચી સામગ્રી અલગથી પ્રાપ્ત કરે છે. વનસ્પતિઓ માટે નાઇટ્રોજન, સલ્ફર અને બીજા ખનીજ ક્ષારો માટે ભૂમિ નજીકનો તેમજ ભરપૂર સ્રોત છે. જેથી આ પદાર્થોનું શોષણ મૂળ દ્વારા જે ભૂમિના સંપર્કમાં રહે છે તેના દ્વારા થાય છે. જો ભૂમિના સંપર્કવાળાં અંગોમાં અને ક્લોરોફિલયુક્ત અંગોમાં અંતર બહુ જ ઓછું હોય, તો ઊર્જા તેમજ કાચી સામગ્રી વનસ્પતિના દેહના બધા ભાગોમાં આસાનીથી પ્રસરણ થઈ શકે છે. જો વનસ્પતિ શરીર કે દેહની રચનામાં પરિવર્તનને કારણે આ અંતર વધતું થાય છે તો પર્ણોમાંથી કાચી સામગ્રી અને મૂળમાં ઊર્જા મેળવવા માટે પ્રસરણક્રિયા પર્યાપ્ત નથી. એવી પરિસ્થિતિમાં વહનની એક સુદૃઢ પ્રણાલી જરૂરી હોય છે.

વિવિધ શરીરરચના માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત ભિન્ન હોય છે. વનસ્પતિ પ્રચલન કરતી નથી અને વનસ્પતિ શરીરની અનેક પેશીઓમાં વધુ માત્રામાં મૃતકોષો હોય છે. પરિણામ સ્વરૂપ વનસ્પતિઓને ઓછી શક્તિની જરૂરિયાત હોય છે અને તેની સાપેક્ષમાં ધીમુ પરિવહનતંત્ર ધરાવે છે. ખૂબ ઊંચી વનસ્પતિઓમાં પરિવહનતંત્રને ખૂબ વધારે અંતર કાપવું પડે છે.

વનસ્પતિ વહનતંત્ર, પર્ણોમાંથી સંચિત ઊર્જાયુક્ત પદાર્થ તથા મૂળમાંથી કાચી સામગ્રીનું વહન કરે છે. આ બે પરિપથ સ્વતંત્ર રીતે સંગઠિત વાહકનલિકાઓથી નિર્માણ પામે છે. એક જલવાહક છે, જે ભૂમિમાંથી પ્રાપ્ત પાણી અને ખનિજ ક્ષારોનું વહન કરે છે. બીજી અન્નવાહક છે કે જે પર્ણોથી પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજનું સંશ્લેષણ કરે છે અને ત્યાંથી વનસ્પતિના અન્ય ભાગો સુધી વહન કરે છે. આપણે આ પેશીઓની રચનાનો વિસ્તૃત અભ્યાસ ધોરણ IXમાં કરી ગયાં છીએ.

પાણીનું વહન (Transport of Water)

જલવાહક પેશી , મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણોમાંની જલવાહિનીઓ અને જલવાહિનીકીઓ પરસ્પર જોડાઈને પાણીના સંવહનનું સળંગ તંત્ર રચે છે જલવાહિનીઓના એક સતત નલિકા જેવી રચના બનાવે છે. જે વનસ્પતિના બધા ભાગોની સાથે જોડાયેલી હોય છે. મૂળના કોષો ભૂમિના સંપર્કમાં હોય છે અને તે સક્રિય સ્વરૂપે આયન પ્રાપ્ત કરે છે. આ મૂળ અને ભૂમિની વચ્ચે આયન સંકેન્દ્રણમાં તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે. આ તફાવતને દૂર કરવા માટે ભૂમિમાંથી પાણી મૂળમાં પ્રવેશ કરે છે.

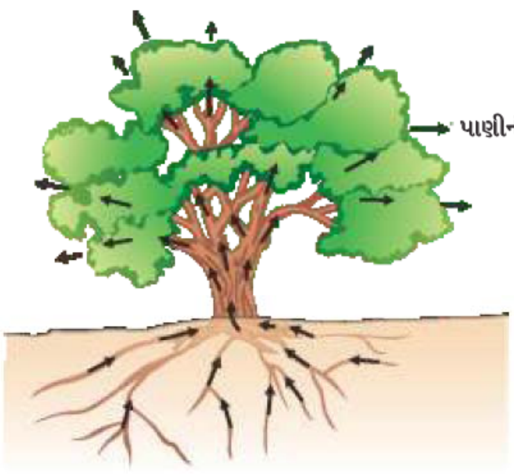
તેનો અર્થ એ છે કે પાણીનું અવિરત વહન મૂળની જલવાહકની મદદથી પામે છે અને પાણીના સ્તંભનું નિર્માણ કરે છે જે સતત ઉપરની તરફ ધકેલાય છે.

આપણે સામાન્ય રીતે વનસ્પતિઓની જે ઊંચાઈ જોઈએ છીએ તે ઊંચાઈ સુધી પાણીને પહોંચાડવા આ દબાણ સ્વયં પર્યાપ્ત નથી. વનસ્પતિ જલવાહકમાં ઉપરની તરફ પોતાની સૌથી વધુ ઊંચા બિંદુ સુધી પાણીને પહોંચાડવાની અન્ય યુક્તિ વાપરે છે.

પ્રવૃત્તિ 6.8

- લગભગ એક જ કે સમાન કદના અને સમાન માટી ધરાવતા બે કૂંડા લો. એકમાં વનસ્પતિ/છોડ લગાવો અને બીજા કૂંડામાં વનસ્પતિ/છોડની ઊંચાઈની એક લાકડી લગાડો.
- બંને કૂંડાની માટીને પ્લાસ્ટિકના કાગળથી ઢાંકી દો, જેથી ભેજનું બાષ્પીભવન ન થાય.
- બંને કૂંડાને, એકને છોડની સાથે અને બીજાને લાકડીની સાથે પ્લાસ્ટિક કાગળથી ઢાંકી દો.
- શું તમે બંનેમાં કોઈ તફાવત જોઈ શકો છો ?

એમ માની લઈએ કે વનસ્પતિને પૂરતાં પ્રમાણમાં પાણીની પ્રાપ્તિ થાય છે, જે પાણીની રંધ્ર દ્વારા ઊણપ સર્જાય છે તેનું પ્રતિસ્થાપન જલવાહકની જલવાહિનીઓ દ્વારા પર્ણોમાં થાય છે. વાસ્તવમાં કોષથી પાણીના અણુઓનું બાષ્પીભવન એક ચૂષક કે ખેંચાણ ઉત્પન્ન કરે છે. જે મૂળના જલવાહક કોષમાં આવેલા પાણીને (ઉપર) ખેંચે છે. વનસ્પતિના હવાઈ ભાગો દ્વારા બાષ્પના સ્વરૂપમાં પાણીનો વ્યય થાય તેને બાષ્પોત્સર્જન કહેવાય છે.



આકૃતિ 6.12
વૃક્ષમાં બાષ્પોત્સર્જન દરમિયાન પાણીની ગતિ

આમ, બાષ્પોત્સર્જનથી પાણીનું શોષણ તેમજ મૂળથી પર્ણો સુધી પાણી અને તેમાં દ્રાવ્ય ખનિજ ક્ષારોનું ઊર્ધ્વગમન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તે તાપમાનનું નિયમન કરવામાં પણ મદદરૂપ થાય છે. પાણીના વહનમાં મૂળદાબ રાત્રિના સમયમાં વિશેષ રૂપથી પ્રભાવી હોય છે. દિવસમાં જ્યારે રંધ્ર કે વાયુરંધ્ર કે પર્ણરંધ્ર ખૂલે છે, બાષ્પોત્સર્જનથી ઉદ્ભવતું ખેંચાણબળ જલવાહકમાં પાણીના વહન માટે મુખ્ય પ્રેરકબળ હોય છે.

ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ

(Transport of Food and other substances)

અત્યાર સુધી, આપણે વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ ક્ષારોના વિષયમાં ચર્ચા કરી. હવે, આપણે ચર્ચા કરીએ કે ચયાપચયની ક્રિયાઓની નીપજો ખાસ કરીને પ્રકાશસંશ્લેષણ, જે પર્ણોમાં થાય છે, તેને વનસ્પતિના અન્ય ભાગોમાં કેવી રીતે મોકલવામાં આવે છે ? પ્રકાશસંશ્લેષણની દ્રાવ્ય નીપજોનું વહન સ્થળાંતરણ કહેવાય છે અને તે સંવહન પેશી જેને અન્નવાહક કહે છે તેના દ્વારા થાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજો સિવાય અન્નવાહક એમિનો ઍસિડ અને અન્ય પદાર્થોનું વહન પણ કરે છે. તે પદાર્થ ખાસ કરીને મૂળમાં સંચય પામી, અંગો, ફળ, બીજ અને વૃદ્ધિ કરનારાં અંગોમાં લઈ જવામાં આવે છે. ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ તેને સંલગ્ન સાથીકોષની મદદથી ચાલનીનલિકામાં ઊર્ધ્વદિશા તેમજ અધોદિશા એમ બંને દિશાઓમાં થાય છે.

જલવાહક દ્વારા વહનને સામાન્ય ભૌતિક બળોના સિદ્ધાંતો દ્વારા સમજી શકાય છે. તેનાથી વિરુદ્ધ અન્નવાહક દ્વારા સ્થળાંતરણ જે ઊર્જાના ઉપયોગથી દર્શાવાય છે. સુકોઝ જેવો પદાર્થ અન્નવાહક

પેશીમાં ATPમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાના ઉપયોગથી સ્થળાંતરણ પામે છે. તેનાથી પેશીમાં આસૃતિદાબ વધે છે, જેનાથી પાણી તેમાં પ્રવેશે છે. આ દબાણ પદાર્થને અન્નવાહકમાંથી ઓછું દબાણ ધરાવતી પેશી તરફ લઈ જાય છે. તે અન્નવાહકને વનસ્પતિની જરૂરિયાતને અનુસાર પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ પ્રેરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વસંતઋતુમાં મૂળ તેમજ પ્રકાંડની પેશીઓમાં સંચિત શર્કરાનું સ્થળાંતરણ કલિકાઓમાં થાય છે જેને વૃદ્ધિ માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે.

પ્રશ્નો

1. માનવમાં વહનતંત્ર કે પરિવહનતંત્રનાં ઘટકો ક્યાં છે ? આ ઘટકોનું કાર્ય શું છે ?
2. સસ્તન અને પક્ષીઓમાં ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિર અલગ કરવાની જરૂરિયાત કેમ છે ?
3. ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વહનતંત્રનાં ઘટકો કયાં છે ?
4. વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ ક્ષારોનું વહન કેવી રીતે થાય છે ?
5. વનસ્પતિમાં ખોરાકનું સ્થળાંતરણ કેવી રીતે થાય છે ?

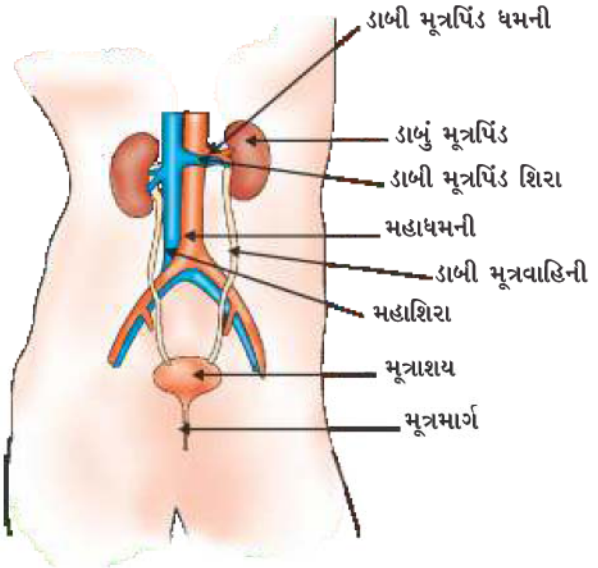
P7V4U3

6.5 ઉત્સર્જન (Excretion)

આપણે ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે સજીવો પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનમાંથી ઉદ્ભવેલા ઉત્સર્ગ વાયુઓનો કેવી રીતે નિકાલ કરે છે ? અન્ય ચયાપચયિક ક્રિયાઓમાંથી ઉદ્ભવેલ નાઇટ્રોજનયુક્ત પદાર્થોનો નિકાલ કરવો જરૂરી છે. તે જૈવિક પ્રક્રિયા, જેમાં આ હાનિકારક ચયાપચયિક ઉત્સર્ગ કે નકામા પદાર્થોનો નિકાલ કરવામાં આવે છે તેને ઉત્સર્જન કહેવાય છે. વિવિધ પ્રાણીઓ તેના માટે વિવિધ પ્રયુક્તિઓ કરે છે. મોટા ભાગના એકકોષીય સજીવો આ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને શરીરની સપાટીથી પાણીમાં પ્રસરણ કરીને તે પદાર્થોનો ત્યાગ કરે છે. જેમકે, આપણે અન્ય ક્રિયામાં જોયું તેમ જટિલ બહુકોષીય સજીવો આ કાર્યને પૂર્ણ કરવા માટે વિશિષ્ટ અંગોનો ઉપયોગ કરે છે.

6.5.1 માનવોમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Human Beings)

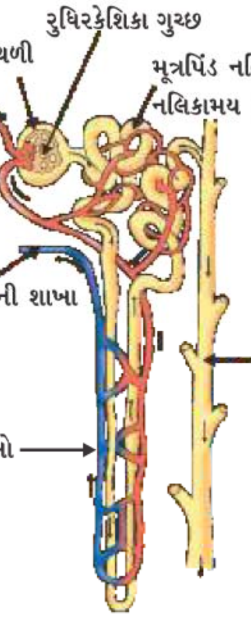
માનવના ઉત્સર્જન તંત્રમાં (આકૃતિ 6.13) એક જોડ મૂત્રપિંડ, એક જોડ મૂત્રવાહિની, એક મૂત્રાશય અને એક મૂત્રમાર્ગ હોય છે. મૂત્રપિંડો ઉદરમાં કરોડસ્તંભની કશેરૂકાઓની બંને પાર્શ્વ બાજુએ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં નિર્માણ થયેલું મૂત્ર મૂત્રવાહિનીમાં થઈને મૂત્રાશયમાં જાય છે અને ત્યાં સુધી (ત્યાં) એકત્રિત રહે છે. જ્યાં સુધી મૂત્રમાર્ગમાંથી તેનો નિકાલ ન થાય.



આકૃતિ 6.13
માનવમાં ઉત્સર્જન તંત્ર

મૂત્ર કેવી રીતે નિર્માણ પામે છે ? મૂત્ર નિર્માણનો હેતુ રુધિરમાંથી નકામા ઉત્સર્ગ પદાર્થોને અલગ કરીને બહાર નિકાલ કરવાનો છે. ફેફસાંમાં CO_2 વાયુ રુધિરમાંથી અલગ થઈ જાય છે. જ્યારે નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામાં ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો કે પદાર્થો જેવાં કે યુરિયા કે યુરિક ઍસિડ, મૂત્રપિંડમાં રુધિરથી અલગ કરવામાં આવે છે. આ કોઈ આશ્ચર્ય પમાડે તેવી બાબત નથી કે ફેફસાંની જેમ મૂત્રપિંડમાં પાયારૂપ ગાળણ એકમ ખૂબ જ પાતળી દીવાલવાળી રુધિર-કેશિકાઓના ગુચ્છ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં પ્રત્યેક રૂધિરકેશિકાગુચ્છ, ગૂંચળાકાર નલિકાના છેડે કપ આકારના ભાગ કે જેને બાઉમેનની કોથળી કહે છે તેની સાથે જોડાયેલ હોય છે જે ગાળણને એકત્ર કરે છે. (આકૃતિ 6.14). પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં આવા અનેક ગાળણ એકમો હોય છે જેને મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) કહે છે. જે નજીકમાં

નિકટતમ રીતે ગોઠવાય છે. પ્રારંભિક ગાળણમાં કેટલાક પદાર્થ જેવા કે, ગ્લુકોઝ, એમિનો ઍસિડ, ક્ષાર અને વધુ માત્રામાં પાણી હોય છે. જેમ-જેમ મૂત્ર આ નલિકામાંથી વહન પામે છે, આ પદાર્થોનું પસંદગીશીલ પુનઃશોષક પણ દર્શાવાય છે. પાણીનું પ્રમાણ પુનઃશોષણ શરીરમાં આવેલા વધારાના પાણીની માત્રા પર અને કેટલા દ્રાવ્ય નકામા પદાર્થોનું ઉત્સર્જન કરવાનું છે તેના પર નિર્ભર કરે છે. પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં નિર્માણ પામનારું મૂત્ર એક લાંબી નલિકા, જેને મૂત્રવાહિની કહે છે તેમાં પ્રવેશ કરે છે, જે મૂત્રપિંડને મૂત્રાશયની સાથે જોડે છે. જ્યાં સુધી ફેલાયેલ મૂત્રાશયનું દબાણ મૂત્રમાર્ગ દ્વારા તેને બહાર ન કરી દે ત્યાં સુધી મૂત્રાશય દબાણ અનુભવે છે અને મૂત્રાશયમાં મૂત્ર સંચય પામેલ રહે છે. મૂત્રાશય સ્નાયુલ હોય છે. આમ, આ ક્રિયા ચેતા નિયંત્રણ દ્વારા થાય છે. આની ચર્ચા આપણે કરી ગયાં છીએ. પરિણામ સ્વરૂપે આપણે સામાન્ય રીતે મૂત્રત્યાગનું નિયંત્રણ કરી શકીએ છીએ.



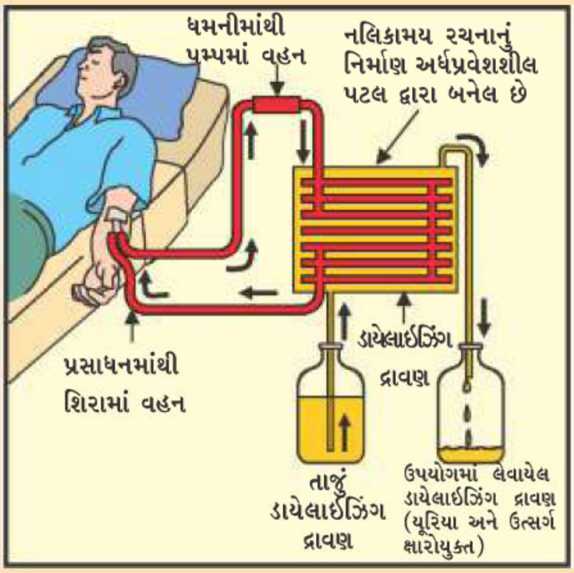
આકૃતિ 6.14
મૂત્રપિંડ નલિકાની સંરચના

વધુ જાણવા જેવું !

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (હીમોડાયાલિસિસ) Artificial Kidney (Hemodialysis)

જીવીતતા માટે મૂત્રપિંડ જૈવિક અંગ છે. ઘણાં કારણો કે પરિબળો જેવાં કે સંક્રમણ, આઘાત કે મૂત્રપિંડમાં સીમિત (ઓછો) રુધિરપ્રવાહ, મૂત્રપિંડની ક્રિયાશીલતાને ઘટાડે છે. આ શરીરમાંના વિષારી (ઝેરી) ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો સંચય કરે છે. જેથી મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે. મૂત્રપિંડ નિષ્ક્રિય થવાની અવસ્થામાં કૃત્રિમ મૂત્રપિંડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એક કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને રુધિરમાંથી ડાયાલિસિસ (Dialysis) દ્વારા બહાર કાઢવાની એક રીત કે પદ્ધતિ છે.

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (વૃક્ક = Kidney) ઘણીબધી અર્ધપ્રવેશશીલ કે અર્ધ પારગમ્ય અસ્તરવાળી નલિકાઓથી યુક્ત હોય છે. આ નલિકાઓ ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીથી ભરેલી ટાંકીમાં લગાડેલી હોય છે. આ ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીનો આસૃતિદાબ રુધિર જેવો જ હોય છે, પરંતુ તેમાં નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો કે પદાર્થો હોતાં નથી. દર્દીના રુધિરને આ નલિકાઓમાંથી વહેવડાવવામાં આવે છે. આ માર્ગમાં રુધિરમાંથી ઉત્સર્ગ પદાર્થો પ્રસરણ દ્વારા ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીમાં આવે છે. શુદ્ધીકરણ પામેલ રુધિર પાછું દર્દીના શરીરમાં પંપ દ્વારા મોકલવામાં આવે છે. આ મૂત્રપિંડના કાર્યને સમાન છે, પરંતુ એક તફાવત એ છે કે, આમાં કોઈ પુનઃશોષણની ક્રિયા થતી નથી. સામાન્ય રીતે એક સ્વસ્થ/તંદુરસ્ત વ્યક્તિમાં દરરોજ 180 લિટર પ્રારંભિક નિસ્યંદન મૂત્રપિંડમાં થાય છે. જોકે એક દિવસમાં ઉત્સર્જિત મૂત્રનો ત્યાગ કે નિકાલ વાસ્તવમાં એક કે બે લિટર થાય છે કારણ કે બાકી રહેલ નિસ્યંદન મૂત્રપિંડ નલિકાઓમાં પુનઃશોષણ પામે છે.



આના પર વિચારો

અંગદાન (Organ donation)

અંગદાન એ એવા વ્યક્તિને દાન આપવાનું ઉદાર કાર્ય છે જે બિન-કાર્યક્ષમ અંગોથી પીડાતી હોય. અંગનું દાન દાતા (donor) અને તે/તેણીના પરિવારની સંમતિ દ્વારા થઈ શકે છે. ઉંમર (age) કે જાતિ (gender) ને અનુલક્ષીને કોઈપણ એક અંગ તથા પેશીદાતા બની શકે છે. અંગ પ્રત્યારોપણ (organ transplants) એ વ્યક્તિનું જીવન બચાવી શકે છે કે તેમાં પરિવર્તન લાવી શકે છે. પ્રત્યારોપણ આવશ્યક છે કારણ કે પ્રાપ્ત કરતા(ગ્રાહી - recipient)નું અંગ નુકશાન પામ્યું હોય અથવા રોગ કે ઈજાથી નિષ્ફળ બન્યું હોય. અંગ પ્રત્યારોપણમાં અંગને એક વ્યક્તિ (અંગદાતા)માંથી બીજા વ્યક્તિ (પ્રાપ્તકર્તા) પર પ્રત્યારોપિત કરવામાં આવે છે. સામાન્ય પ્રત્યારોપણમાં આંખનાં પાર દર્શક પટલો (corneas), મૂત્રપિંડ (kidneys), હૃદય (heart), યકૃત (liver), સ્વાદુપિંડ (pancreas), ફેફસા (lungs), આંતરડા (intestines) અને અસ્થિ મજ્જા (bone marrow) નો સમાવેશ થાય છે. મોટા ભાગનાં અંગ તેમજ પેશીઓનું દાન દાતાનાં મૃત્યુ પામ્યા પછી કે ડૉક્ટર જ્યારે મગજને મૃત જાહેર કરે ત્યારે જ થાય છે. પરંતુ કેટલાક અંગો જેવાં કે મૂત્રપિંડ, યકૃતનો ભાગ, ફેફસા વગેરે તેમજ પેશીઓ દાતાં જીવિત હોય ત્યારે દાનમાં આપી શકાય છે.

6.5.2 વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Plants)

વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન માટે પ્રાણીઓથી બિલકુલ ભિન્ન પદ્ધતિઓ આવેલી છે. પ્રકાશસંશ્લેષણમાં ઑક્સિજનનું પણ નકામી નીપજ તરીકે નિર્માણ થાય છે. આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓ ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની સાથે કેવો વ્યવહાર કરે છે ? તેના સિવાય પાણીથી બાષ્પોત્સર્જન દ્વારા છુટકારો મેળવે છે વનસ્પતિઓમાં ઘણીબધી પેશી મૃત કોષોની બનેલી હોય છે અને તેઓ તેમના કેટલાક ભાગો જેવાં કે પર્ણોનો નાશ પણ કરી શકે છે. ઘણીબધી વનસ્પતિઓ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો કોષીય રસધાનીમાં સંગ્રહ કરે છે. વનસ્પતિઓ પરથી ખરી પડવાવાળાં પર્ણોમાં પણ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો સંચય પામેલાં હોય છે. અન્ય ઉત્સર્ગદ્રવ્યો કે પદાર્થો જેવાં કે રેઝિન (રાળ) અને ગુંદરના સ્વરૂપમાં ખાસ કરીને જૂની જલવાહક પેશીમાં સંચય પામે છે. વનસ્પતિ પણ કેટલાંક ઉત્સર્ગદ્રવ્યોને પોતાની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

પ્રશ્નો

1. મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron)ની રચના અને તેની ક્રિયાવિધિનું વર્ણન કરો.
2. ઉત્સર્ગ પદાર્થોથી છુટકારો મેળવવા માટે વનસ્પતિમાં કઈ રીતો કે પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે ?
3. મૂત્રનિર્માણના પ્રમાણનું નિયમન કેવી રીતે થાય છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- વિવિધ પ્રકારની ગતિઓ કે વહનની રીતોને જીવનસૂચક માનવામાં આવે છે.
- જીવનના રક્ષણ માટે પોષણ, શ્વસન, શરીરની અંદરના પદાર્થોનું સંવહન અને ઉત્સર્ગ પદાર્થોનું ઉત્સર્જન વગેરે જરૂરી ક્રિયાઓ છે.
- સ્વયંપોષી પોષણમાં પર્યાવરણમાંથી સરળ અકાર્બનિક પદાર્થો મેળવીને અને બાહ્ય ઊર્જા સ્રોત જેવા કે સૂર્યનો ઉપયોગ કરીને ઊંચી ઊર્જા ધરાવતા જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સંશ્લેષણ કરે છે.
- વિષમપોષી પોષણમાં બીજા સજીવો દ્વારા તૈયાર કરાયેલા જટિલ પદાર્થોનું અંતઃગ્રહણ થાય છે.
- મનુષ્યમાં લેવામાં આવતા આહાર કે ખોરાકનું વિખંડન કે વિઘટન પાચનમાર્ગમાં કેટલાક તબક્કાઓમાં થાય છે અને પાચિત ખોરાક નાના આંતરડામાં (શેષાંત્રમાં) અભિશોષણ કરીને શરીરના બધા કોષોમાં મોકલી આપે છે.

- શ્વસનની પ્રક્રિયામાં ગ્લુકોઝ જેવાં જટિલ કાર્બનિક સંયોજનોનું વિઘટન થાય છે. જેથી ATPનો ઉપયોગ કોષોમાં થનારી અન્ય ક્રિયાઓને ઊર્જા આપવા માટે થાય છે.
- શ્વસન જારક કે અજારક પ્રકારનું હોઈ શકે છે. જારક શ્વસન દ્વારા સજીવને વધારે ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે.
- મનુષ્યમાં ઑક્સિજન, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, ખોરાક તથા ઉત્સર્ગ પદાર્થો જેવા પદાર્થોના વહન માટે પરિવહન તંત્રનું કાર્ય થાય છે. પરિવહન તંત્ર હૃદય, રુધિર તથા રુધિરવાહિનીઓનું બનેલું હોય છે.
- ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં પાણી, ખનીજ ક્ષારો, ખોરાક તથા અન્ય પદાર્થોનું વહન વાહકપેશીનાં કાર્ય છે, જેમાં જલવાહક અને અન્નવાહક હોય છે.
- મનુષ્યમાં ઉત્સર્ગ પદાર્થો દ્રાવ્ય નાઇટ્રોજનયુક્ત સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મૂત્રપિંડમાંની મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) દ્વારા બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે.
- વનસ્પતિઓ ઉત્સર્ગ પદાર્થોને દૂર કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઉત્સર્ગ પદાર્થો કોષીય રસધાનીમાં સંચય કરે છે કે ગુંદર અથવા રેઝિન જેવા પદાર્થો અને ખરી પડતાં પર્ણો દૂર થવાની સાથે દૂર થાય છે અથવા તેઓ તેમની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

સ્વાધ્યાય

D9T4I6

1. મનુષ્યમાં મૂત્રપિંડએ ...... સાથે સંકળાયેલા એક તંત્રનો ભાગ છે.
   (a) પોષણ (b) શ્વસન
   (c) ઉત્સર્જન (d) પરિવહન
2. વનસ્પતિઓમાં જલવાહક ...... માટે જવાબદાર છે.
   (a) પાણીના વહન (b) ખોરાકના વહન
   (c) એમિનો ઍસિડના વહન (d) ઑક્સિજનના વહન
3. સ્વયંપોષી માટે ...... આવશ્યક છે.
   (a) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ તથા પાણી (b) ક્લોરોફિલ
   (c) સૂર્યનો પ્રકાશ (d) ઉપર્યુક્ત બધા જ.
4. ......માં પાયરૂવેટના વિઘટન થવાથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી અને ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે.
   (a) કોષરસ (b) કણાભસૂત્રો (c) હરિતકણ (d) કોષકેન્દ્ર
5. આપણા શરીરમાં ચરબીનું પાચન કેવી રીતે થાય છે ? આ પ્રક્રિયા ક્યાં થાય છે ?
6. ખોરાકના પાચનમાં લાળરસની ભૂમિકા શું છે ?
7. સ્વયંપોષી પોષણ માટે જરૂરી પરિસ્થિતિઓ કઈ છે અને તેની નીપજો કઈ છે ?
8. જારક અને અજારક શ્વસન વચ્ચે તફાવત શું છે ? કેટલાક સજીવોનાં નામ આપો કે જેમાં અજારક શ્વસન થાય છે.
9. વાયુઓના વધારેમાં વધારે વિનિમય માટે વાયુકોષ્ઠોની રચના કેવા પ્રકારની હોય છે ?
10. આપણા શરીરમાં હિમોગ્લોબીનની ઊણપને પરિણામે શું થઈ શકે છે ?
11. મનુષ્યમાં રુધિરનું બેવડું પરિવહનની વ્યાખ્યા આપો. તે શા માટે જરૂરી છે ?
12. જલવાહક અને અન્નવાહકમાં પદાર્થોના વહન વચ્ચે શું તફાવત છે ?
13. ફેફસાંમાં વાયુકોષ્ઠોની અને મૂત્રપિંડમાં મૂત્રપિંડનલિકાની રચના અને તેઓની ક્રિયાવિધિની તુલના કરો.

H3R5Q5

પ્રકરણ 7
નિયંત્રણ અને સંકલન (Control and Coordination)

અગાઉના પ્રકરણમાં આપણે સજીવોમાં રક્ષણકાર્યને સંલગ્ન જૈવિક પ્રક્રિયાઓના વિષયમાં અભ્યાસ કર્યો. આપણે એ બાબત પર વિચાર કરવાની શરૂઆત કરી હતી કે જો કોઈ વસ્તુ ગતિશીલ છે તો તે સજીવ છે. વનસ્પતિઓમાં આ રીતની કેટલીક ક્રિયાઓ વાસ્તવમાં વૃદ્ધિનું પરિણામ છે. એક બીજ અંકુરિત થાય છે અને વૃદ્ધિ કરે છે અને આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, થોડા દિવસોમાં તે માટીને બાજુમાં ધકેલી નાનો છોડ બહાર આવે છે, પરંતુ જો તેમની વૃદ્ધિ રોકાઈ જાય તો આ ક્રિયાઓ થતી નથી. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં અને કેટલીક વનસ્પતિઓમાં કેટલુંક હલનચલન વૃદ્ધિની સાથે સંબંધિત હોતું નથી. એક દોડતી બિલાડી, હીંચકા પર હીંચતાં બાળકો, વાગોળતી ભેંસ – આ હલનચલનો વૃદ્ધિનું કારણ નથી.

જોઈ શકાય તેવી આ ક્રિયાઓને આપણે જીવનની સાથે કેમ જોડીએ છીએ ? તેનો એક સંભવિત જવાબ એ છે કે, આપણે ક્રિયાઓને સજીવના પર્યાવરણમાં આવતા પરિવર્તનના પ્રતિચાર રૂપે વિચારીએ છીએ. બિલાડી એટલા માટે દોડતી હશે કારણ કે તેણે એક ઉંદરને જોયો છે. માત્ર આટલું જ નહિ પરંતુ આપણે સજીવોનાં હલનચલનને તેમનાં પર્યાવરણમાં થયેલા ફેરફારનો લાભ ઉઠાવવાનો એક પ્રયાસ પણ ગણી શકીએ. સૂર્યના પ્રકાશમાં છોડ કે વનસ્પતિ વૃદ્ધિ કરે છે. બાળકો હીંચકાથી આનંદ પ્રાપ્ત કરવાનો પ્રયત્ન કરે છે. ભેંસ વાગોળે છે કે જેથી ખોરાકના નાના ટુકડાઓમાં રૂપાંતરિત થાય અને તેનું પાચન સરળતાથી થઈ શકે. જ્યારે તીવ્ર પ્રકાશ આપણી આંખો પર આપાત થાય છે કે જ્યારે આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ છીએ તો બદલાવ અનુભવીએ છીએ અને પોતાના બચાવ કરવા માટે પ્રતિચાર આપીએ છીએ.

જો આપણે તેના વિશે વધારે વિચાર કરીએ તો એવું પ્રતીત થાય છે કે, પર્યાવરણને પ્રતિચાર આપવા માટે થતાં આ હલનચલનોનું ચોકસાઈથી નિયંત્રણ કરવામાં આવે છે. પર્યાવરણમાં પ્રત્યેક પરિવર્તનની પ્રતિચારરૂપે એક યોગ્ય ક્રિયા ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે આપણે વર્ગમાં આપણા મિત્રોની સાથે વાત કરવા માંગતા હોઈએ છીએ ત્યારે આપણે જોરથી બૂમો પાડવાની તુલનામાં ધીમે-ધીમે વાતો કરીએ છીએ. સ્પષ્ટ રીતે કોઈ પણ ક્રિયા જે ઘટના પર નિર્ભર કરે છે, તેને પ્રેરિત કરે છે. આમ, આ રીતની નિયંત્રિત ક્રિયાને પર્યાવરણમાં ભિન્ન ઘટનાઓના જ્ઞાનની સાથે સાંકળવી જોઈએ જે ક્રિયાને અનુરૂપ ક્રિયા પ્રતિચારરૂપે (પ્રતિસાદ) કરી શકાય. બીજા શબ્દોમાં સજીવોએ તે તંત્રોનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ જે નિયંત્રણ અને સંકલનનું કાર્ય કરે. બહુકોષીય સજીવોમાં શરીરના આયોજનના સામાન્ય સિદ્ધાંતને ધ્યાનમાં રાખીને એ કહી શકીએ કે વિશિષ્ટીકરણ પામેલી પેશીનો ઉપયોગ આ નિયંત્રણ અને સંકલનની પ્રવૃત્તિમાં થાય છે.

J9K7H3

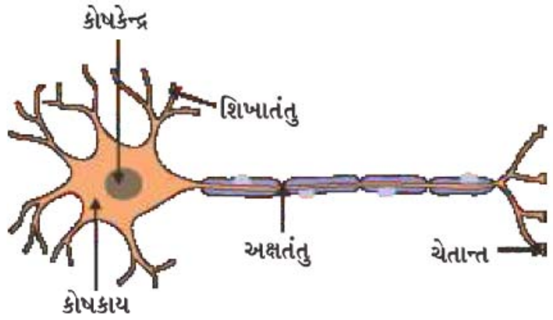
7.1 પ્રાણીઓ – ચેતાતંત્ર (Animals – Nervous System)

પ્રાણીઓમાં આ નિયંત્રણ અને સંકલન ચેતા અને સ્નાયુપેશી દ્વારા થાય છે. જેના વિષયમાં આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. આકસ્મિક પરિસ્થિતિમાં ગરમ પદાર્થને અડકવું આપણા માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે. આપણે તે ઓળખવાની અને તેને અનુરૂપ ક્રિયા કરવાની જરૂરિયાત હોય છે. આપણે કેવી રીતે જાણી શકીશું કે આપણે ગરમ વસ્તુને અડકી રહ્યા છીએ ? આપણા પર્યાવરણમાંથી બધી સૂચનાઓની ઓળખ કેટલાક ચેતોકોષોના વિશિષ્ટીકરણ પામેલા ટોચના તંતુઓ દ્વારા થાય છે. તે ગ્રાહી એકમ, સામાન્ય

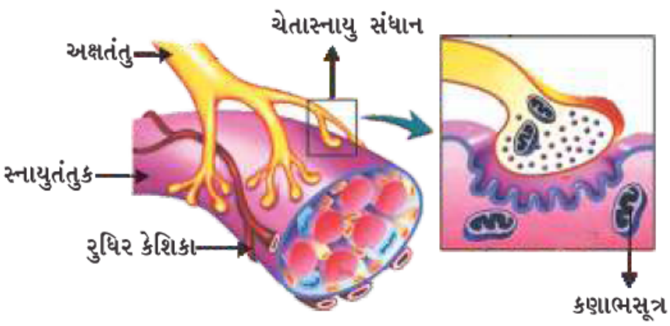
રીતે આપણાં સંવેદાંગોમાં (આપણી જ્ઞાનેન્દ્રિયોમાં) આવેલ હોય છે. જેમકે – અંતઃ કર્ણ, નાક, જીભ વગેરે. રસ સંવેદનાગ્રાહી સ્વાદ ઓળખ કરે છે જ્યારે ઘ્રાણગ્રાહી એકમ ગંધને લગતી સંવેદનાની ઓળખ કરે છે.

આ સૂચના એક ચેતાકોષના અગ્રભાગે આવેલા તંતુઓ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. (શિખાતંતુ – Dendrite) (આકૃતિ 7.1 (a)) અને એક રાસાયણિક ક્રિયા દ્વારા વિદ્યુતઆવેગ ઉત્પન્ન કરે છે. આ આવેગ શિખાતંતુથી ચેતાકોષકાય સુધી જાય છે અને ચેતાક્ષ (Axon) થઈને તેના અંતિમ છેડા સુધી પહોંચે છે. ચેતાક્ષના છેડેથી વિદ્યુતઆવેગ કેટલાંક રસાયણોને મુક્ત કરે છે. આ રસાયણ અવકાશીય સ્થાન કે ચેતોપાગમ (Synapse)ને પસાર કરીને તેના પછીના ચેતાકોષના શિખાતંતુમાં વિદ્યુતઆવેગનો પ્રારંભ કરે છે. આ શરીરમાં ઊર્મિવેગના વહનની સામાન્ય પ્રણાલિ છે. આ રીતે એક ચેતોપાગમ અંતમાં એવા ઊર્મિવેગને ચેતાકોષોથી અન્ય કોષોમાં, જેવા કે સ્નાયુકોષો કે ગ્રંથિ (આકૃતિ 7.1 (b)) સુધી લઈ જાય છે.

આમ, તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે ચેતાપેશી ચેતાકોષોની એક આયોજનબદ્ધ જાળીરૂપ રચનાની બનેલી છે અને આ સૂચનાઓ વિદ્યુતઆવેગ દ્વારા શરીરના એક ભાગથી બીજા ભાગ સુધી સંવહનમાં વિશિષ્ટીકરણ પામેલી છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 7.1 (a) ચેતાકોષની સંરચના (b) ચેતાસ્નાયુ સંધાન

આકૃતિ 7.1 (a)ને જુઓ અને તેમાં ચેતાકોષના ભાગોને ઓળખો : (i) જેમાં સંવેદનાઓ આવે છે. (ii) જેમાંથી સંવેદનાઓ કે સૂચનાઓ વિદ્યુતઆવેગની જેમ વહન કરે છે અને (iii) જ્યાં આ આવેગને રાસાયણિક સંકેતમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે, જેથી તે આગળ પ્રસરણ પામી શકે છે.

પ્રવૃત્તિ 7.1

- થોડીક ખાંડ તમારા મોંમાં રાખો. તેનો સ્વાદ કેવો છે ?
- તમારા નાકને અંગૂઠા અને પહેલી આંગળી (તર્જની)થી દબાવીને બંધ કરી લો. હવે ફરીથી ખાંડ ખાઓ. તેના સ્વાદમાં શું કોઈ ફેર પડે છે ?
- જમતી વખતે આવી જ રીતે તમારા નાકને બંધ કરી લો અને ધ્યાન રાખો કે જે ખોરાક કે ભોજનને તમે ખાઈ રહ્યાં છો (જમી રહ્યા છો) શું તમે તેનો ખાવાનો સંપૂર્ણ સ્વાદ માણી રહ્યાં છો ?

જ્યારે નાક બંધ થાય છે તો શું તમે ખાંડ અને ભોજનના સ્વાદમાં કોઈ તફાવત અનુભવી શકો છો ? જો હા હોય તો તમે વિચારતા હશો કે આમ કેમ થાય છે ? આ રીતનો તફાવત જાણવા માટે અને તેનો સંભવિત ઉકેલ શોધવા માટે વાંચો અને ચર્ચા કરો. જ્યારે તમને શરદી થાય છે ત્યારે પણ શું તમે આ જ પરિસ્થિતિનો સામનો કરો છો ?

7.1.1 પરાવર્તી ક્રિયાઓમાં શું થાય છે ?
(What happens in Reflex Actions ?)

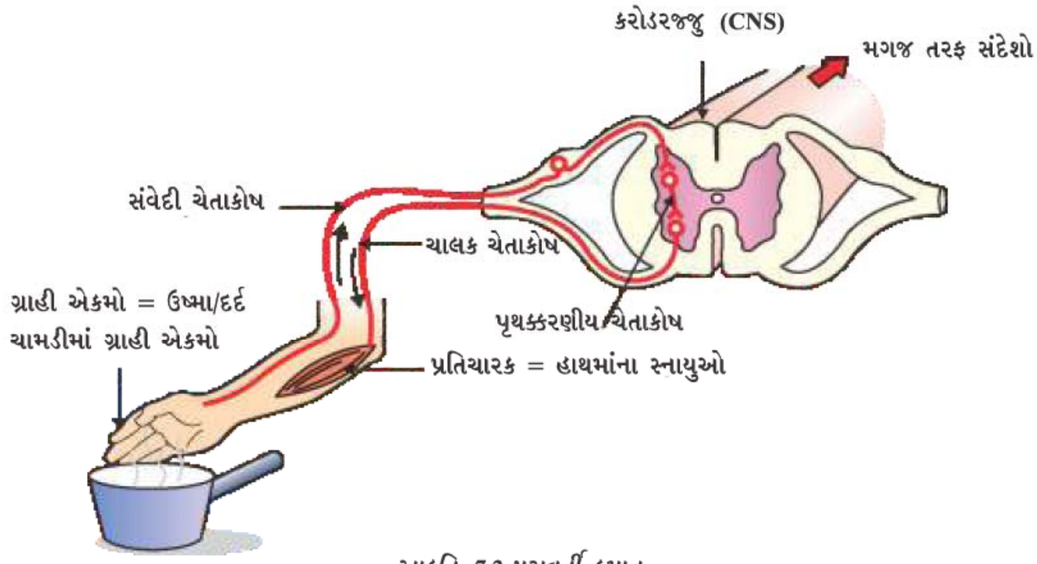
પર્યાવરણમાં કોઈ ઘટનાની ક્રિયાના ફળસ્વરૂપે અચાનક થયેલી ક્રિયાની ચર્ચા કરીએ તો મોટે ભાગે 'પ્રતિચાર' શબ્દનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણે કહીએ છીએ કે, 'હું પ્રતિચાર સ્વરૂપે બસમાંથી કૂદી ગયો.' અથવા 'મેં પ્રતિચાર સ્વરૂપે (તરત જ) આગની જ્વાળામાંથી મારો હાથ પાછો ખેંચી લીધો.' અથવા 'હું એટલો બધો ભૂખ્યો હતો કે પ્રતિચાર સ્વરૂપે મારા મોંમાં પાણી આવવા લાગ્યું.' આનો અર્થ શું છે ? આ બધાં ઉદાહરણોમાં એક સામાન્ય વિચાર એ આવે છે કે જે કંઈક આપણે કરી રહ્યાં છીએ તેના વિશે વિચાર કરતાં નથી અથવા આપણી ક્રિયાઓના નિયંત્રણને અનુભવતાં નથી. છતાં પણ આ એવી પરિસ્થિતિઓ છે જ્યાં આપણે આપણા પર્યાવરણમાં થનારાં પરિવર્તનોના પ્રત્યે પ્રતિચાર કરીએ છીએ. આ પરિસ્થિતિઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરી શકાય છે ?

આ વિષય પર ફરીથી વિચાર કરીએ. એક ઉદાહરણ લઈએ, આગની જ્વાળાને અડકવાનું આપણા માટે અથવા કોઈ પણ પ્રાણી માટે એક અકસ્માત અને ભયજનક સ્થિતિ છે. આપણે તેના પ્રત્યે કેવી રીતે ક્રિયા કરીએ છીએ ? એક સરળ રીત છે કે આપણે વિચાર કરીએ કે આપણને ઈજા પહોંચી શકે છે અને એટલા માટે આપણે આપણો હાથ હટાવી લઈએ છીએ ત્યારે એક જરૂરી પ્રશ્ન ઉદ્ભવે છે કે આ બધું વિચારવા માટે આપણને કેટલો સમય લાગે છે ? જવાબ તેના પર આધારિત છે કે આપણે કેવી રીતે વિચારીએ છીએ ? જો ઊર્મિવેગને તે તરફ મોકલવામાં આવે છે તો તેની ચર્ચા આપણે પહેલા કરી ગયાં છીએ, ત્યારે આ પ્રકારની સંવેદના કે આવેગ ઉત્પન્ન કરવા માટે મગજ દ્વારા ચિંતન થવું તે પણ જરૂર છે. વિચાર કરવો તે એવી જટિલ ક્રિયા છે, જેમાં ઘણાબધા ચેતાકોષોના ઊર્મિવેગની જટિલ પારસ્પરિક ક્રિયાઓ સંકળાયેલી છે.

જો આમ હોય તો આશ્ચર્ય નથી કે આપણા શરીરમાં વિચારવા માટેનું અંગ ચેતાકોષોની જટિલ જાળીરૂપ રચનાનું બનેલું છે. જે ખોપરીમાં અગ્રભાગે આવેલી રચના છે અને શરીરના બધા ભાગોમાંથી સંકેતો પ્રાપ્ત કરે છે તેમજ તેના પર ક્રિયા કરતાં પહેલાં વિચાર કરે છે. નિઃસંદેહ આ સંકેતો પ્રાપ્ત કરવા માટે ખોપરીમાંનું મગજ શરીરના વિવિધ ભાગોથી આવતી ચેતાઓ સાથે જોડાયેલું હોવું જોઈએ. આ રીતે, જો મગજનો આ ભાગ સ્નાયુઓની ક્રિયા કરવાનો આદેશ આપે છે તો ચેતાઓ દ્વારા આ સંકેતોને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી લઈ જવા જોઈએ. આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ અને મગજને આ બધી ક્રિયાઓ કરવી પડે તો ઘણો સમય લાગે અને આપણે દાઝી જઈએ.

શરીરની સંરચના (Design) કેવી રીતે આ સમસ્યાનો ઉકેલ શોધે છે ? ઉષ્માની સંવેદનાના વિષયમાં વિચારીએ તો જે ચેતા ઉષ્માની અનુભૂતિ કરે છે તે સ્નાયુઓના હલનચલન કરાવે તેવી ચેતા સાથે સરળ રીતે જોડાયેલી હોવી જોઈએ જેથી સંવેદના ગ્રહણ અને તેના પ્રતિચારની ક્રિયા ઝડપથી થઈ શકે. આવા જોડાણને પરાવર્તી કમાન કહે છે. અંતર્ગ્રાહી (સંવેદી) ચેતા અને બહિર્વાહી (ચાલક) ચેતા વચ્ચે આવું જોડાણ કયા સ્થાને જોવા મળે ? ચોક્કસપણે તે બંને ચેતા સૌપ્રથમ જ્યાં મળે તે જગ્યાએ જ હોવું જોઈએ. આખા શરીરની ચેતાઓ મગજ તરફ જતી વખતે કરોડરજ્જુમાં મળે છે. આ કરોડરજ્જુમાં જ પરાવર્તી કમાન રચાય છે. જોકે સંવેદના આગળ વધીને મગજ સુધી પણ પહોંચે તો છે જ.

મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં પરાવર્તી કમાન એટલા માટે વિકસિત હોય છે કારણ કે તેના મગજને વિચારવાની ક્રિયા ખૂબ જ સતેજ હોતી નથી. વાસ્તવમાં, મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં વિચારવા માટે જરૂરી જટિલ ચેતાકોષીય જાળ કાં તો અલ્પ વિકસિત હોય છે અથવા ગેરહાજર હોય છે. આમ, આ સ્પષ્ટ છે કે વાસ્તવિક વિચારની ક્રિયાની ગેરહાજરીમાં પરાવર્તી કમાન વિકાસ પામે છે. જો જટિલ ચેતાકોષીય જાળનું અસ્તિત્વ હોય, તે પણ પરાવર્તી કમાન તરીકે એક ખૂબ જ કાર્યક્ષમ પ્રણાલીના રૂપમાં કાર્ય કરે છે.



આકૃતિ 7.2 પરાવર્તી કમાન

શું તમે તે ઘટનાઓના ક્રમને શોધી શકો છો કે જે તમારી આંખોમાં તીવ્ર પ્રકાશ કેન્દ્રિત કરવાથી થાય છે ?

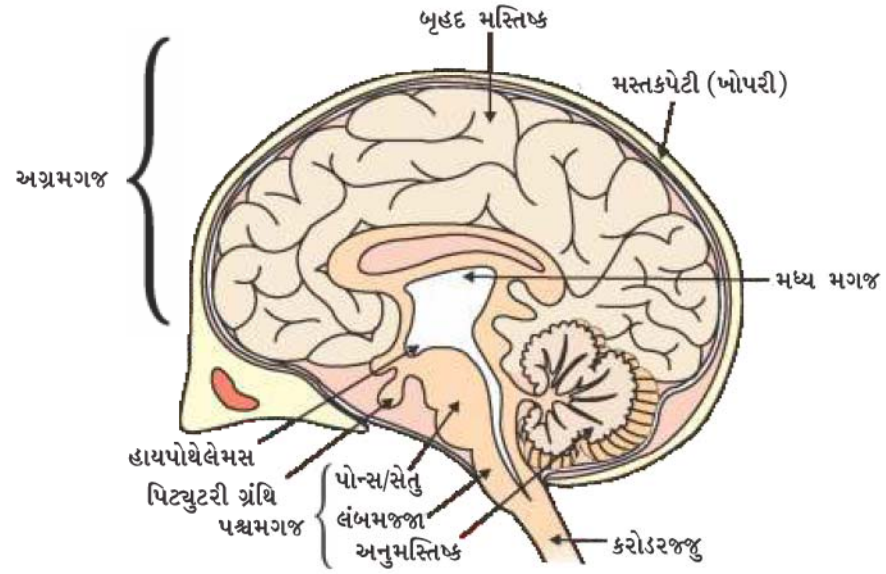
7.1.2 માનવ–મગજ (Human Brain)

શું કરોડરજ્જુનું કાર્ય માત્ર પરાવર્તી ક્રિયા કરવાનું છે ? નિશ્ચિત રૂપથી નહિ, કારણ કે આપણે જાણીએ છીએ કે આપણે વિચારશીલ પ્રાણીઓ છીએ. કરોડરજ્જુ ચેતાઓની બનેલી હોય છે જે વિચારવા માટે માહિતી આપે છે. આ ક્રિયામાં ચેતાઓની જટિલ રચનાઓ સંકળાયેલી છે જે મગજમાં આવેલી છે જે શરીરનું મુખ્ય સંકલન કેન્દ્ર છે. મગજ અને કરોડરજ્જુ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (CNS = Central Nervous System) બનાવે છે. તે શરીરના બધા ભાગોમાંથી સૂચનાઓ પ્રાપ્ત કરે છે અને તેઓનું સંકલન કરે છે.

આપણે, આપણી ક્રિયાઓના વિષયમાં પણ વિચારીએ છીએ. લખવું, વાત કરવી, એક ખુરશીને ફેરવવી, કોઈ કાર્યક્રમ સમાપ્ત થતાં તાળી વગાડવી વગેરે પૂર્વનિર્ણિત સ્વૈચ્છિક ક્રિયાઓનાં ઉદાહરણ છે, મગજ સ્નાયુઓ સુધી સંદેશા મોકલે છે. આ એક એવા માર્ગ છે જેમાં ચેતાતંત્ર સ્નાયુને સંવેદના મોકલે છે. પરિઘવર્તી ચેતાતંત્રની મદદથી મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર અને શરીરનાં અંગો વચ્ચે સંપર્ક સ્થાપવો શક્ય બને છે. જેમાં મગજમાંથી નીકળતી મસ્તિષ્ક ચેતાઓ અને કરોડરજ્જુમાંથી નીકળતી કરોડરજ્જુચેતાઓ સહાયક બને છે. આમ મગજ વિચારો મુજબ કાર્ય કરવા પ્રેરે છે. જુદી–જુદી સંવેદના અને તેનાં પ્રતિચારોના સંકલનની જટિલ પ્રક્રિયામાં મગજના વિવિધ ભાગો સંકળાયેલા છે. મગજમાં આ મુજબના ત્રણ મુખ્ય ભાગો કે પ્રદેશો છે, અગ્રમગજ, મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજ.

મગજનો મુખ્ય વિચારવાવાળો ભાગ અગ્રમગજ છે. તેમાં વિવિધ ગ્રાહી એકમોથી સંવેદનાઓ મેળવવા માટેના વિસ્તારો આવેલા હોય છે. અગ્રમગજના અલગ-અલગ વિસ્તારો શ્રવણ, ઘ્રાણ, દૃષ્ટિ વગેરેના માટે વિશિષ્ટીકરણ પામેલ હોય છે. તેમાં સહનિયમનનાં સ્વતંત્ર ક્ષેત્ર હોય છે જેમાં સંવેદનાઓનું અર્થઘટન અન્ય ગ્રાહી એકમથી પ્રાપ્ત સૂચનાઓ વડે તેમજ પહેલેથી જ મગજમાં એકત્રિત થયેલી માહિતી વડે કરવામાં આવે છે. આ બધા પર આધારિત, એક નિર્ણય લઈ શકાય છે કે

ક્રિયા અને સૂચનાઓ ચાલકક્ષેત્ર સુધી કેવી રીતે પહોંચાડી શકાય જે ઐચ્છિક સ્નાયુઓની ક્રિયાને (જેમકે આપણા પગમાં આવેલી સ્નાયુપેશી) નિયંત્રિત કરે છે. જોકે કેટલીક સંવેદનાઓ જોવા કે સાંભળવાથી પણ વધારે જટિલ છે. જેમકે, આપણને કેવી રીતે ખબર પડી કે આપણે યોગ્ય માત્રામાં ભોજન આરોગી ચૂક્યા છીએ ? આપણું પેટ પૂરું ભરેલું છે. આ જાણવા માટે એક ભૂખ સંબંધિત કેન્દ્ર છે જે અગ્રમગજમાં એક અલગ ભાગરૂપે છે.



આકૃતિ 7.3 માનવ-મગજ

માનવ–મગજના નામનિર્દેશનયુક્ત આકૃતિનો અભ્યાસ કરો. આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વિવિધ ભાગોનાં વિશિષ્ટ કાર્યો છે. તમારા શિક્ષક પાસેથી સલાહ મેળવીને પ્રત્યેક ભાગોનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

આવો, 'પ્રતિચાર' શબ્દનો બીજો ઉપયોગ પણ જોઈએ, જેની આપણે શરૂઆતમાં ચર્ચા કરી હતી. જ્યારે આપણે કોઈ એવા ખાદ્યપદાર્થને જોઈએ છીએ જે આપણને પસંદ હોય તો અનાયાસે આપણા મોઢામાં પાણી આવી જાય છે. હૃદયના સ્પંદનના વિશે આપણે વિચારતાં નથી તોપણ તે કાર્ય થતું જ રહે છે. વાસ્તવમાં, તેના વિશે વિચારી કે ઇચ્છા કરીને પણ સરળતાથી આપણે તે ક્રિયાઓ પર નિયંત્રણ કરી શકતા નથી. શું આપણે શ્વાસ લેવા માટે કે ખોરાક પચાવવા માટે વિચારવું પડે કે યાદ કરવું પડે છે ? આમ, સામાન્ય રીતે કીકીના કદમાં પરિવર્તન જેવી પરાવર્તી ક્રિયા અને ખુરશીને ખસેડવા જેવી વિચારેલી ક્રિયાની વચ્ચે એક અન્ય સ્નાયુ ગતિનો સમન્વય છે જેના પર આપણા વિચારનું કોઈ નિયંત્રણ હોતું નથી. આ અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજથી નિયંત્રિત હોય છે. આ બધી અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ જેવી કે રુધિરનું દબાણ, લાળરસનું ઝરવું અને ઊલટી થવી, પશ્ચમગજમાં આવેલ લંબમજ્જા દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

એક સીધી રેખામાં ચાલવું, સાઇકલ ચલાવવી, એક પેન્સિલ ઉપાડવી વગેરે જેવી કેટલીક ક્રિયાઓ વિચારી શકાય. આ પશ્ચમગજમાં આવેલ ભાગ અનુમસ્તિક દ્વારા જ સંભવ છે જે ઐચ્છિક ક્રિયાઓની ચોકસાઈ અને શરીરની સમસ્થિતિ અને સંતુલન માટે જવાબદાર છે. કલ્પના કરો કે જો આપણે આના વિશે વિચારતાં નથી અને આ બધી ઘટનાઓ કામ કરવાનું બંધ કરી દે તો શું થાય ?

7.1.3 આ પેશીઓ કેવી રીતે રક્ષણ પામે છે ? (How are these Tissues protected ?)

મગજ જેવું નાજુક અંગ જે વિવિધ ક્રિયાઓ માટે ખૂબ જ જરૂરી છે, તેનું સાવચેતીપૂર્વક રક્ષણ પણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરનું આયોજન એ પ્રકારનું છે કે મગજ એ અસ્થિઓની બનેલી પેટીમાં આવેલું છે. આ મસ્તક પેટીની અંદર પ્રવાહીયુક્ત ફુગ્ગાની અંદર મગજ હોય છે, જે આંચકા સામે રક્ષણ આપે છે. જો તમે તમારો હાથ કમરની મધ્યમાંથી નીચે લઈ જાઓ તો તમે એક સખત ઉપસેલી સંરચનાઓનો અનુભવ કરો છો આને કરોડસ્તંભ કે પૃષ્ઠવંશ કહે છે. જે કરોડરજ્જુનું રક્ષણ કરે છે.

7.1.4 ચેતાપેશી કેવી રીતે ક્રિયા કરે છે ?

(How does the Nervous Tissue cause Action ?)

અત્યાર સુધી આપણે ચેતાપેશીની ચર્ચા કરી રહ્યાં હતાં. તે કેવી રીતે સૂચના કે સંવેદના એકત્રિત કરે છે ? શરીરમાં મોકલે છે ? સૂચનાઓ કે સંવેદનાઓને સંગઠિત કરે છે ? સંવેદનાઓને આધારે નિર્ણય લે છે અને સ્નાયુઓ સુધી ક્રિયા માટે નિર્ણયનું વહન કરે છે કે નિર્ણયને મોકલે છે ? બીજા શબ્દોમાં, જ્યારે ક્રિયા કે હલનચલન થાય છે, સ્નાયુપેશી અંતિમ કાર્ય કરે છે. પ્રાણીપેશી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ? જ્યારે ઊર્મિવેગનું વહન સ્નાયુ સુધી પહોંચે છે ત્યારે સ્નાયુઓએ હલનચલન કરવું જ જોઈએ. એક સ્નાયુકોષ કેવી રીતે કાર્ય કે હલનચલન કરે કે ક્રિયા કરે છે ? કોષીય સ્તરે હલનચલન કે પ્રચલન માટે સૌથી સરળ ધારણા એ છે કે, સ્નાયુકોષો તેમના આકાર બદલી કાર્ય કરી શકે છે. આમ, હવે પછીનો પ્રશ્ન એ છે કે સ્નાયુકોષો પોતાના આકારમાં ફેરફાર કેવી રીતે લાવે છે ? આનો જવાબ કોષીય અંગિકાઓના રાસાયણિક બંધારણમાં રહેલો છે. સ્નાયુકોષોમાં વિશેષ પ્રકારનું પ્રોટીન હોય છે જે તેમનો આકાર અને વ્યવસ્થા બંનેમાં ફેરફાર લાવે છે કોષોમાં આ ચેતાકીય વીજ-આવેગની પ્રતિક્રિયા સ્વરૂપે થાય છે. જ્યારે આ ઘટના થાય છે ત્યારે આ પ્રોટીનની નવી વ્યવસ્થા સ્નાયુને નવો આકાર આપે છે. યાદ કરો, જ્યારે આપણે ધોરણ IXમાં સ્નાયુપેશીની ચર્ચા કરી હતી ત્યારે વિવિધ પ્રકારની સ્નાયુપેશી જેવી કે ઐચ્છિક સ્નાયુઓ અને અનૈચ્છિક સ્નાયુઓની વાત કરી હતી. અત્યાર સુધી આપણે જે ચર્ચા કરી છે તેના આધારે તમારા મતે આમાં શું તફાવત છે ?

પ્રશ્નો

1. પરાવર્તી ક્રિયા અને ચાલવાની ક્રિયા વચ્ચે શું ભેદ છે ?
2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ ચેતોપાગમમાં કઈ ઘટના બને છે ?
3. મગજનો કયો ભાગ શરીરની સ્થિતિ અને સમતુલન જાળવી રાખવાનું કાર્ય કરે છે ?
4. આપણને એક અગરબત્તીની સુવાસની ખબર કેવી રીતે થાય છે ?
5. પરાવર્તી ક્રિયામાં મગજની ભૂમિકા શું છે ?

7.2 વનસ્પતિઓમાં સંકલન (Coordination in Plants)

I8S2C7

શરીરની ક્રિયાઓના નિયંત્રણ અને સમન્વય માટે પ્રાણીઓમાં ચેતાતંત્ર હોય છે, પરંતુ વનસ્પતિઓમાં ન તો ચેતાતંત્ર હોય છે અને ન તો સ્નાયુપેશીઓ હોય છે. તે ઉત્તેજનાની પ્રત્યે પ્રતિચાર કેવી રીતે દર્શાવે છે ? જ્યારે આપણે લજામણીના છોડનાં પર્ણોને અડકીએ છીએ ત્યારે તે વળી જવાની શરૂઆત કરે છે અને નીચેની તરફ વળી જાય છે. જ્યારે એક બીજ અંકુરણ પામે છે તો મૂળ નીચેની તરફ

જાય છે અને પ્રકાંડ ઉપરની તરફ જાય છે. જાણો છો શું થાય છે ? લજામણીનાં પર્ણોના સ્પર્શનો પ્રતિચાર ખૂબ જ ઝડપથી ગતિ કરે છે. આ ગતિ સાથે વૃદ્ધિનો કોઈ સંબંધ નથી. બીજી તરફ, અંકુરિત છોડની દિશાસૂચક ગતિ વૃદ્ધિને કારણે હોય છે. જો તેની વૃદ્ધિને કોઈ રીતે અવરોધવામાં આવે તો આ કોઈ ગતિ પ્રદર્શિત કરશે નહિ. આમ, વનસ્પતિ બે પ્રકારની ગતિઓ દર્શાવે છે – એક વૃદ્ધિને આધારિત અને બીજી વૃદ્ધિથી મુક્ત.

7.2.1 ઉત્તેજના માટે તાત્કાલિક પ્રતિચાર (Immediate Response to Stimulus)

આવો, પહેલા પ્રકારની ગતિ પર વિચાર કરીએ; જેમકે લજામણીના છોડની ગતિ. આ વૃદ્ધિ સાથે સંકળાયેલ નથી, છોડનાં પર્ણો સ્પર્શ પ્રત્યેના પ્રતિચારના પરિણામ સ્વરૂપે ગતિ કરતાં હોય છે, પરંતુ અહીંયાં કોઈ ચેતાપેશી નથી અને ન તો કોઈ સ્નાયુપેશી. તો પછી છોડ કેવી રીતે સ્પર્શની સંવેદનાને અનુભવે છે અને કેવી રીતે પર્ણોની ગતિ દ્વારા પ્રતિચાર દર્શાવાય છે ?

આકૃતિ 7.4 સંવેદનશીલ વનસ્પતિ

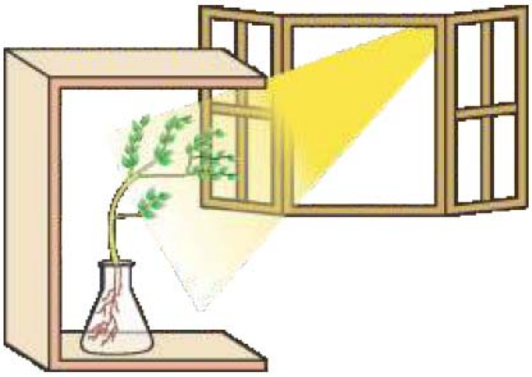
જો આપણે વિચાર કરીએ કે છોડના કોઈ એક ભાગને અડકવાથી છોડના કયા ભાગનું હલનચલન થાય છે તે ત્યારે બની શકે કે તમે અડકેલો ભાગ અને હલનચલન કરતો ભાગ બંને જુદો હોય. આમ, સ્પર્શ થવાની સંવેદનાનું પ્રસરણ થયું હશે. છોડ આ સંવેદના કે સૂચનાને એક કોષથી બીજા કોષ સુધી પ્રસારિત કરવા માટે વીજ રાસાયણિક સંવેદનાનો પણ ઉપયોગ કરે છે. પરંતુ પ્રાણીઓની જેમ વનસ્પતિમાં સંવેદનાઓ માટે કોઈ વિશિષ્ટીકરણ પામેલ પેશી હોતી નથી. હકીકતમાં, પ્રાણીઓની જેમ પ્રચલન કરવા માટે કેટલાક કોષો પોતાના આકારમાં પરિવર્તન લાવતા હોવા જોઈએ. વનસ્પતિ કોષોમાં પ્રાણી સ્નાયુકોષોની જેમ વિશિષ્ટીકરણ પામેલ પ્રોટીન પણ હોતા નથી. છતાં પણ તે પાણીના પ્રમાણમાં પરિવર્તન કરીને પોતાનો આકાર બદલી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે ફૂલીને કે સંકોચન પામીને તેઓ પોતાનો આકાર બદલી શકે છે.

7.2.2 વૃદ્ધિને કારણે હલનચલન (Movement Due to Growth)

વટાણાના છોડની જેમ કેટલીક વનસ્પતિ અન્ય વનસ્પતિ કે વાડ પર આધાર સૂત્રની મદદથી ઉપર ચઢે છે. આ આધાર સૂત્ર (Tendril) સ્પર્શ માટે સંવેદનશીલ છે. જ્યારે તે કોઈ આધારના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે લંબાઈ ધરાવતો તે ભાગ જો કોઈ વસ્તુના સંપર્કમાં હોય, તો આધારના સંપર્કમાં રહેલા ભાગની વૃદ્ધિ આધારથી દૂર રહેલા ભાગ કરતા ઓછી તીવ્રતાથી થાય છે. આ રીતે લંબાઈમાં વધારો વસ્તુને ચારે તરફથી જકડી લે છે. સામાન્ય રીતે, વનસ્પતિ ધીરેથી એક નિશ્ચિત દિશામાં ગતિ કરીને ઉત્તેજના પ્રત્યે પ્રતિચાર આપે છે. કારણ કે આ વૃદ્ધિ એકદિશીય હોય છે. તેથી એવું લાગે છે કે વનસ્પતિ પ્રચલન કરી શકે છે. આવો, એક પ્રકારની હલનચલનને એક ઉદાહરણની મદદથી સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 7.2

- એક શંકુ આકારના ફ્લાસ્કને પાણીથી ભરી લો.
- ફ્લાસ્કની ગ્રીવાને તારની જાળીથી ઢાંકી દો.
- એક તાજો નાનો વાલનો છોડ તારની જાળી પર એવી રીતે રાખી દો કે તેના મૂળ પાણીમાં પલળેલા રહે.
- એક બાજુથી ખુલ્લા એવા પૂંઠાનું એક બૉક્સ લો.
- ફ્લાસ્કને બૉક્સમાં એવી રીતે મૂકો કે જેથી બૉક્સની ખુલ્લી બાજુએથી, બારી તરફથી, જ્યાંથી પ્રકાશ આવે છે તે રીતે ગોઠવો (આકૃતિ 7.5).
- બે કે ત્રણ દિવસ પછી જોશો કે પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળી જાય છે અને મૂળ પ્રકાશથી દૂર થતું જાય છે.
- હવે, ફ્લાસ્કને એ પ્રકારે ફેરવો કે પ્રરોહ પ્રકાશથી દૂર અને મૂળ પ્રકાશની તરફ થઈ જાય. તેને આ અવસ્થામાં કેટલાક દિવસ માટે ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર મૂકી રાખો.
- શું પ્રરોહ અને મૂળ એ પોતાના જૂના ભાગોની દિશા બદલી નાંખી છે ?
- શું આ તફાવત નવી વૃદ્ધિની દિશામાં છે ?
- આ પ્રવૃત્તિથી આપણે શું નિર્ણય લઈશું ?



આકૃતિ 7.5
પ્રકાશની દિશામાં વનસ્પતિનો પ્રતિચાર

આકૃતિ 7.6 ભૂઆવર્તન દર્શાવતી વનસ્પતિ

પર્યાવરણીય પ્રેરણ જેવા કે પ્રકાશ કે ગુરુત્વ, વનસ્પતિની વૃદ્ધિવાળા ભાગમાં દિશા-પરિવર્તન કરી નાંખે છે. આ એકદિશીય કે આવર્તન હલનચલન ઉત્તેજનાની તરફ કે તેની વિરુદ્ધ દિશામાં થઈ શકે છે. આમ, આ બે ભિન્ન પ્રકારે પ્રકાશાવર્તન હલનચલનની ક્રિયાઓમાં પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળીને પ્રતિચાર અને મૂળ તેનાથી દૂર વળીને પ્રતિચાર દર્શાવે છે. આ વનસ્પતિની મદદ કેવી રીતે કરે છે ?

વનસ્પતિ અન્ય ઉત્તેજનાઓ માટે પણ પ્રતિચાર કરીને આવર્તન (Tropism) દર્શાવે છે. એક વનસ્પતિના મૂળ હંમેશાં નીચેની તરફ વૃદ્ધિ કરે છે જ્યારે પ્રરોહ સામાન્ય રીતે ઉપરની તરફ અને પૃથ્વીથી દૂર વૃદ્ધિ કરે છે. આ પ્રરોહ અને મૂળમાં ક્રમશઃ ઊર્ધ્વગામી અને અધોગામી વૃદ્ધિ પૃથ્વી કે ગુરુત્વના ખેંચાણનો પ્રતિચાર ભૂ-આવર્તન છે (આકૃતિ 7.6). જો હાઇડ્રો (Hydro)નો અર્થ પાણી અને રસાયણનો અર્થ કિમો (Chemo) પદાર્થ હોય તો જલાવર્તન અને રસાયણાવર્તનનો શું અર્થ થાય ? શું આપણે આ પ્રકારની એકદિશીય વૃદ્ધિની ગતિવિધિનાં ઉદાહરણોના વિશે વિચાર કરી શકીએ ? રસાયણાવર્તનનું એક ઉદાહરણ પરાગનલિકાની બીજાંડ કે અંડકની તરફ વૃદ્ધિ કરવી તે છે જેના વિશે આપણે વધારે જાણકારી સજીવોમાં પ્રજનનની ક્રિયાનો અભ્યાસ કરતી વખતે મેળવીશું.

આવો, એક વખત આપણે ફરીથી વિચાર કરીએ કે, બહુકોષીય સજીવોના શરીરમાં સંવેદનાઓ કેવી રીતે પ્રસારિત થાય છે ? લજામણીમાં સ્પર્શનો પ્રતિચારની ગતિ કે હલનચલન ખૂબ જ તીવ્ર હોય છે. બીજી તરફ, રાત અને દિવસના પ્રતિચારમાં પુષ્પોનું હલનચલન ખૂબ જ મંદ હોય છે. વનસ્પતિની વૃદ્ધિ સંબંધિત હલનચલન પણ મંદ હોય છે.

પ્રાણીશરીરમાં પણ વૃદ્ધિ માટે સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત દિશાઓ હોય છે. આપણી ભૂજા અને આંગળીઓ અસ્તવ્યસ્ત ન રહેતાં એક નિશ્ચિત દિશામાં વૃદ્ધિ કરે છે. નિયંત્રિત ગતિ મંદ કે તીવ્ર હોઈ શકે છે. જો ઉત્તેજના માટે તીવ્ર પ્રતિચાર દર્શાવાય તો સંવેદનાઓ સ્થળાંતરણ પણ ખૂબ જ તીવ્ર હોવું જોઈએ. તેના માટે પ્રચલનનું માધ્યમ તીવ્ર હોવું જોઈએ. તેના માટે વીજ-આવેગ એક

ઉત્તમ સાધન છે, પરંતુ વીજ-આવેગના ઉપયોગ માટેની અમુક મર્યાદાઓ છે. સૌપ્રથમ તે માત્ર તેવા કોષો સુધી પહોંચે, જે ચેતાપેશી સાથે સંકળાયેલ છે. પ્રાણીશરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી વહન થતું નથી બીજું, એકવાર એક કોષમાં વીજ-આવેગનું નિર્માણ થાય છે અને પ્રસારિત થાય છે, તો પુનઃ નવો આવેગ નિર્માણ કરવા અને તેનું વહન કરવા માટે કોષ ફરીથી પોતાની કાર્યવિધિ સારી રીતે કરવા માટે કેટલોક સમય લે છે. બીજા શબ્દોમાં, કોષો સતત વીજ-આવેગનું નિર્માણ કરી શકતા નથી અને તેનું વહન કરી શકતાં નથી. તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજીવો કોષો વચ્ચે સંદેશા વહન માટે રાસાયણિક વહન જેવો અન્ય એક માર્ગ અપનાવે છે.

જો વીજ-આવેગ નિર્માણ કરવાને બદલે ઉત્તેજિત કોષો કોઈ રાસાયણિક સંયોજન મુક્ત કરે તો આ સંયોજન આસપાસના બધા કોષોમાં પ્રસરણ થઈ જાય. જો આસપાસના અન્ય કોષોની પાસે આ સંયોજનની ઓળખ કરવાની પ્રયુક્તિ હોય તો તેની સપાટી પર વિશેષ અણુઓનો ઉપયોગ કરીને તે સંવેદનાઓ વિશેનો ખ્યાલ મેળવી લે છે અને તેને વહન કરે છે. જોકે આ પ્રક્રિયા ખૂબ જ ધીમી થાય છે, પરંતુ આ ચેતા સંબંધ સિવાય પણ શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચે છે અને તેને એકધારી તેમજ સ્થાયી બનાવાય છે. બહુકોષીય પ્રાણીઓ દ્વારા નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે આવેલો આ અંતઃસ્રાવ આપણી ધારણાને અનુરૂપ વિવિધતા દર્શાવે છે. વિવિધ વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો વૃદ્ધિ, વિકાસ અને પર્યાવરણના પ્રત્યે પ્રતિચારનું સંકલન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તેના સંશ્લેષણનું સ્થાન તેની ક્રિયાના વિસ્તારથી દૂર હોય છે અને સામાન્ય કે સરળ પ્રસરણ દ્વારા તે ક્રિયા વિસ્તાર સુધી પહોંચી જાય છે.

ચાલો, આપણે અગાઉ (પ્રવૃત્તિ 7.2)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉદાહરણ લઈને સમજીએ. જ્યારે ઉગતાં છોડવાઓ પ્રકાશ શોધે છે ત્યારે પ્રરોહાગ્રના ભાગે ઓકિઝન તરીકે ઓળખાતો અંતઃસ્રાવ સંશ્લેષણ પામે છે જે કોષને લાંબા સમય સુધી વિકસિત કરવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે વનસ્પતિ પર એક તરફથી પ્રકાશ આવી રહ્યો હોય છે ત્યારે ઑક્ઝિન પ્રસરણ પામીને પ્રરોહના છાયાવાળા ભાગમાં (પ્રકાશ ઓછો હોય તે ભાગમાં) આવી જાય છે. પ્રરોહની પ્રકાશથી દૂર આવેલી બાજુમાં ઑક્ઝિનનું સંકેન્દ્રણ કોષોની લંબાઈમાં વૃદ્ધિ માટે ઉત્તેજિત કરે છે. આમ, વનસ્પતિ પ્રકાશની તરફ વળતી જોવા મળે છે.

વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવોનું બીજું ઉદાહરણ જીબરેલિન છે જે ઑક્ઝિનની જેમ પ્રકાંડની વૃદ્ધિમાં મદદરૂપ થાય છે. સાયટોકાઇનીન કોષ-વિભાજનને પ્રેરિત કરે છે અને તેથી આ એવા વિસ્તારોમાં હોય છે, જ્યાં કોષ-વિભાજન ઝડપથી થતું હોય છે. વિશેષ રૂપથી ફળ અને બીજમાં વધારે સાંદ્રતામાં મળી આવે છે. આ તે વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવોના ઉદાહરણ છે જે વૃદ્ધિમાં સહાયક બને છે. પરંતુ વનસ્પતિની વૃદ્ધિને અવરોધવા માટે પણ સંકેતોની જરૂરિયાત હોય છે.એબ્સિસિક ઍસિડ વૃદ્ધિને અવરોધનારા અંતઃસ્રાવોનું એક ઉદાહરણ છે. પર્ણોના કરમાઈ જવાની ઘટના તેની અસરની સાથે સંકલિત છે.

પ્રશ્નો

1. વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો એટલે શું ?
2. લજામણીનાં પર્ણોનું હલનચલન, એ પ્રકાશ તરફ પ્રરોહની ગતિથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
3. એક વૃદ્ધિ પ્રેરક વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવનું ઉદાહરણ આપો.
4. કોઈ આધારની ચોતરફ વૃદ્ધિ કરવામાં ઑક્ઝિન કઈ રીતે કૂંપળને મદદરૂપ થાય છે ?
5. જલાવર્તન દર્શાવવા માટેના એક પ્રયોગનું નિદર્શન કરો.

7.3 પ્રાણીઓમાં અંતઃસ્રાવો (Hormones in Animals)

L7X9I6

રસાયણો કે અંતઃસ્રાવો પ્રાણીઓમાં કેવી રીતે સૂચના પ્રસારણના સાધનની જેમ ઉપયોગમાં આવે છે ? ખિસકોલી જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ લો. જ્યારે તે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિમાં હોય તો શું અનુભવ કરે છે ? તે પોતાના શરીરને લડવા માટે કે ભાગી જવા માટે તૈયાર કરે છે. બંને ખૂબ જટિલ ક્રિયાઓ છે જેને નિયંત્રિત કરવા માટે ખૂબ જ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. અનેક પ્રકારની વિવિધ પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે અને તેમની એકીકરણ (એકત્રીકરણ) પામેલી ક્રિયાઓ ભેગી થઈને તે કાર્ય કરે છે. જેમકે લડવાની કે દોડવાની, બે એકાંતર ક્રિયાઓ એકબીજાથી બિલકુલ અલગ છે. આમ, અહીંયાં એક સ્થિતિ છે કે જેમાં કેટલીક સામાન્ય તૈયારીઓ શરીરમાં લાભદાયક હોય છે. આ તૈયારીઓ આદર્શરૂપે નજીકના ભવિષ્યમાં કોઈ પણ ક્રિયાને સરળ કરી નાંખે છે. આ બધું કેવી રીતે થઈ શકે છે ?

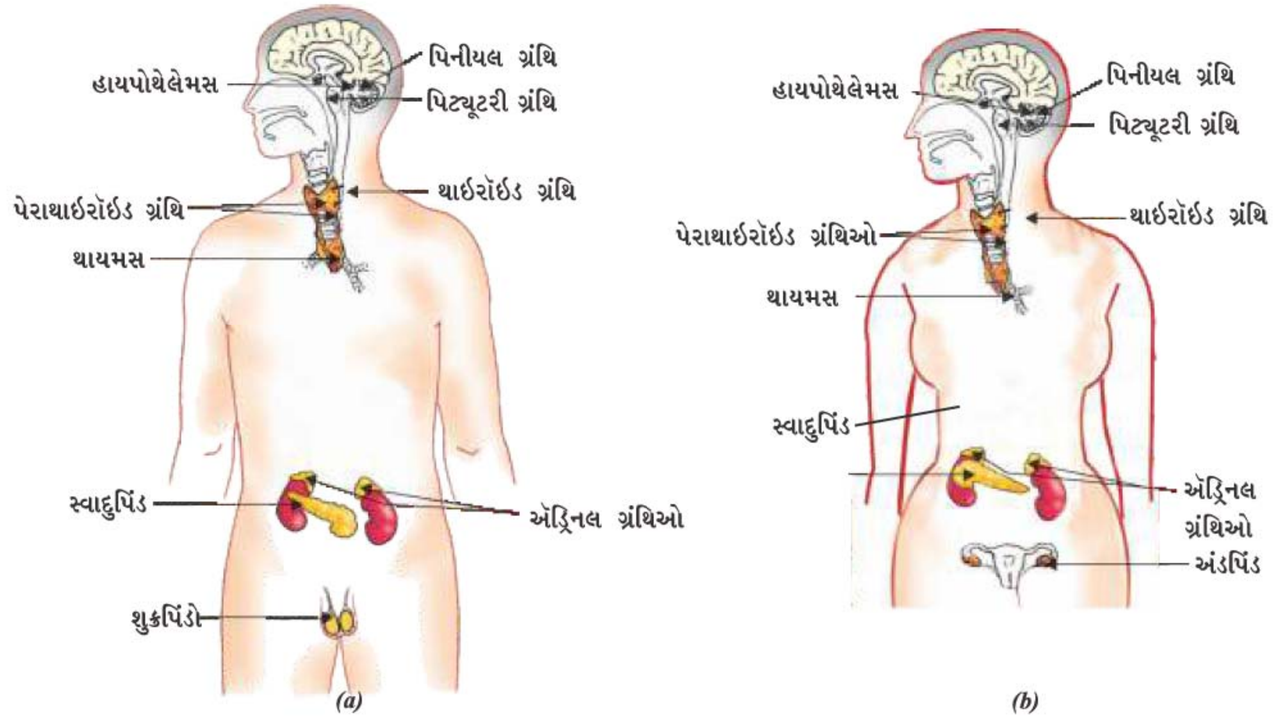
જો ખિસકોલીની શરીરરચના ચેતાકોષ દ્વારા માત્ર વીજ–આવેગ પર આધારિત હોય તો તે પછીની ક્રિયાને કરવા માટે તૈયાર પેશીઓનું કાર્યક્ષેત્ર મર્યાદિત હશે. બીજી તરફ, જો રાસાયણિક સંકેત પણ મોકલી શકાય તો તે શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચી શકે અને જરૂરી પરિવર્તિત પર્યાવરણ મોટું થઈ જાત. અધિવૃક્કીય ગ્રંથિ (એડ્રિનલ ગ્રંથિ)માંથી સ્રવિત એડ્રિનાલીન અંતઃસ્રાવ દ્વારા મનુષ્ય સહિત અનેક પ્રાણીઓમાં આ કાર્ય થઈ શકે છે. આ ગ્રંથિઓ શરીરમાં આવેલી હોય છે જે જાણવા માટે આકૃતિ 7.7 જુઓ.

એડ્રિનાલીન સીધો રુધિરમાં સ્રવિત થઈ જાય છે અને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી પહોંચી જાય છે. હૃદય સહિત આ લક્ષ્ય અંગો કે વિશિષ્ટ પેશીઓ પર કાર્ય કરે છે. પરિણામ સ્વરૂપે હૃદયના ધબકારા વધે છે જેથી આપણા સ્નાયુઓને વધારે ઑક્સિજનનો પુરવઠો મળી રહે છે. પાચનતંત્ર અને ત્વચામાં રુધિરની પ્રાપ્યતા ઓછી થાય છે. કારણ કે, આ અંગેની નાની ધમનીઓની આસપાસના સ્નાયુઓ સંકોચાઈ જાય છે. આ રુધિરની દિશા આપણા કંકાલ સ્નાયુઓની તરફ કરી દે છે. ઉરોદરપટલ અને પાંસળીઓના સ્નાયુઓનું સંકોચન થવાથી શ્વસન–દર પણ વધે છે. આ બધો પ્રતિચાર મળીને પ્રાણી શરીરને પરિસ્થિતિથી લડવા માટે તૈયાર કરે છે. આ પ્રાણી અંતઃસ્રાવ અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓનો ભાગ છે જે આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનો બીજો માર્ગ છે.

પ્રવૃત્તિ 7.3

- આકૃતિ 7.7 જુઓ.
- આકૃતિમાં દેખાડેલી અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓની ઓળખ કરો.
- આમાંથી કેટલીક ગ્રંથિઓને કોષ્ટક 7.1માં દર્શાવેલ છે. પુસ્તકાલયમાંનાં પુસ્તકોની મદદથી તેમજ શિક્ષકોની સાથે ચર્ચા કરીને કેટલીક અન્ય ગ્રંથિઓનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

યાદ કરો કે, વનસ્પતિઓમાં અંતઃસ્રાવો હોય છે. જે ચોક્કસ દિશામાં વૃદ્ધિને નિયંત્રિત કરે છે. પ્રાણી અંતઃસ્રાવો શું કાર્ય કરે છે ? તેના વિષયમાં આપણે તેમની ભૂમિકાની કલ્પના ચોક્કસ દિશાની વૃદ્ધિ માટે કરી શકતાં નથી. આપણને કોઈ પ્રાણીને પ્રકાશ કે ગુરુત્વ પર આધારિત કોઈ એક દિશામાં વધારે વૃદ્ધિ કરે તેવું ક્યારેક દેખાતું નથી, પરંતુ, જો આપણે તેના વિશે વધારે ચિંતન કરીએ તો આ સાચું હશે કે પ્રાણી શરીર પણ સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત સ્થાનો પર વૃદ્ધિ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વનસ્પતિના શરીર પર અનેક સ્થાનો પર પર્ણો ઊગે છે, પરંતુ આપણે આપણા ચહેરા પર આંગળીઓને ઉગાડી શકતા નથી. આપણા શરીરની રચના, બાળકોની વૃદ્ધિના સમયે પણ સાવચેતીપૂર્વક જાળવણી કરે છે.



આકૃતિ 7.7 માનવમાં અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ (a) નર (b) માદા

સંકલિત વૃદ્ધિમાં અંતઃસ્રાવ કેવી રીતે મદદ કરે છે તે સમજવા આવો કેટલાંક ઉદાહરણો ચકાસીએ. મીઠાના પૅકેટ પર આપણે બધાએ જોયું છે કે, 'આયોડિનયુક્ત મીઠું' અને 'આયોડિનથી સંવર્ધિત' આપણે આહારમાં આયોડિનયુક્ત મીઠું લેવું કેમ જરૂરી છે ? થાઈરૉઇડ ગ્રંથિનો થાઈરૉક્સિન અંતઃસ્રાવ બનાવવા માટે આયોડિન જરૂરી છે. થાઈરૉક્સિન કાર્બોદિત, પ્રોટીન અને ચરબીના ચયાપચયનું આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ કરે છે જેથી વૃદ્ધિ માટે ઉત્કૃષ્ટ સંતુલન કરાવી શકે. થાઈરૉક્સિનના સંશ્લેષણ માટે આયોડિન અનિવાર્ય છે. જો આપણા આહારમાં આયોડિનની ઊણપ છે તો એ સંભાવના છે કે આપણે ગોઇટરથી ગ્રસ્ત હોઈ શકીએ. આ બીમારીનું એક લક્ષણ તરીકે ગરદન ફૂલી જાય છે. શું તમે આ આકૃતિમાં 7.7માં થાઈરૉઇડ ગ્રંથિના સ્થાન સંબંધિત જાણ કરી શકો છો ?

શું તમે જાણો છો ?

ઘણા બધા અંતસ્રાવોનો સ્રાવ કરવામાં હાયપોથેલેમસ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવનું પ્રમાણ નીચું હોય ત્યારે હાયપોથેલેમસ વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવનો સ્રાવ પ્રેરતાં ઘટકને મુક્ત કરે છે જે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરીને વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ ઉત્પન્ન કરે છે.

ક્યારેક આપણે એવા વ્યક્તિઓના સંપર્કમાં આવીએ છીએ કે, જેઓ ખૂબ જ વામન (નાના કદના) હોય છે અથવા વધારેપડતાં ઊંચા હોય છે. શું તમને ક્યારેય આશ્ચર્ય થયું છે કે આ કેવી રીતે થાય છે ? પિટ્યૂટરી ગ્રંથિમાંથી સ્રવિત થનારો અંતઃસ્રાવોમાં એક વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (Growth Hormone = GH) છે. જેવું તેનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (GH) શરીરની વૃદ્ધિ અને વિકાસને નિયંત્રિત કરે છે. જો બાલ્યાવસ્થામાં આ અંતઃસ્રાવની ઊણપ સર્જાય તો આ વામનતાનું કારણ બને છે.

જ્યારે તમારી અને તમારા મિત્રોની વય 10-12 વર્ષની થયેલી હશે ત્યારે તમારા અને તેઓના દેખાવમાં કેટલાય આશ્ચર્યજનક ફેરફારો જોયાં હશે. આ પરિવર્તન યુવાવસ્થાના પ્રારંભ થવાની સાથે સંબંધિત છે. કારણ કે નરમાં ટેસ્ટોસ્ટેરોન અને માદામાં ઇસ્ટ્રોજનનો સ્રાવ થાય છે.

શું તમે તમારા પરિવાર કે મિત્રોમાં કોઈ એવી વ્યક્તિને ઓળખો છો કે જેને ડૉક્ટરે તેમના આહારમાં શર્કરા ઓછી લેવાની સલાહ આપી હોય. કારણ કે તેઓ મધુપ્રમેહ (ડાયાબિટીસ)ના રોગી કે દર્દી છે. ઉપચારના રૂપમાં તે ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન પણ લેતા હોય. આ એક અંતઃસ્રાવ છે

જેનું ઉત્પાદન સ્વાદુપિંડમાં થાય છે અને જે રુધિરમાં શર્કરાના સ્તરનું નિયંત્રણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. જો આ યોગ્ય માત્રામાં સ્રવિત ન થાય તો રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય છે અને ઘણીબધી હાનિકારક અસરનું કારણ બને છે.

જો અંતઃસ્રાવોનો યોગ્ય માત્રામાં સ્રાવ થવો જરૂરી હોય તો આ થવા માટેની યોગ્ય કાર્યપદ્ધતિ (mechanism)ને સમજવી જરૂરી છે. અતઃસ્રાવ મુક્ત થવાનો સમય અને તેની માત્રા પ્રતિક્રિયા આધારિત કાર્યપદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય તો તેને લીધે સ્વાદુપિંડના કોષો તેની જાણકારી મેળવી લે છે અને તેના પ્રતિચારરૂપે વધુ ઇન્સ્યુલિનનો સ્રાવ કરે છે. જ્યારે રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર ઘટી જાય પછી ઇન્સ્યુલિનનો સ્રાવ પણ ઓછો થઈ જાય છે.

પ્રવૃત્તિ 7.4

- અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ દ્વારા અંતઃસ્રાવોનો સ્રાવ થાય છે અને તે ચોક્કસ કાર્યો કરે છે. અંતઃસ્રાવો, અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ અને તેનાં કાર્યોને આધારે કોષ્ટક 7.1ને પૂર્ણ કરો.

કોષ્ટક 7.1 કેટલાક મહત્ત્વના અંતઃસ્રાવો અને તેનાં કાર્યો

ક્રમ	અંતઃસ્રાવ	અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિ	કાર્ય
1.	વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ	પિટ્યૂટરી ગ્રંથિ	બધાં જ અંગોમાં વૃદ્ધિ પ્રેરે છે.
2.	–	થાઇરૉઇડ ગ્રંથિ	શરીરના વિકાસ માટે ચયાપચયનું નિયમન કરે છે.
3.	ઇન્સ્યુલિન	–	રુધિરમાં શર્કરાની માત્રાનું નિયમન કરે છે.
4.	ટેસ્ટોસ્ટિરોન	શુક્રપિંડો	–
5.	–	અંડપિંડો	સ્ત્રી-પ્રજનનાંગોનો વિકાસ, રજોસ્રાવનું નિયમન, વગેરે.
6.	ઍડ્રિનાલિન	ઍડ્રિનલ ગ્રંથિ	
7.	મુક્ત થતા અંતઃસ્રાવો (રિલીઝિંગ અંતઃસ્રાવો)	–	અંતઃસ્રાવોનો સ્ત્રાવ કરવા માટે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરે છે.

પ્રશ્નો

1. પ્રાણીઓમાં રાસાયણિક સંકલન કેવી રીતે થાય છે ?
2. આયોડિનયુક્ત મીઠાના ઉપયોગની સલાહ કેમ આપવામાં આવે છે ?
3. જ્યારે ઍડ્રિનાલિન રુધિરમાં સ્રવિત થાય છે ત્યારે આપણા શરીરમાં કયો પ્રતિચાર દર્શાવાય છે ?
4. મધુપ્રમેહના કેટલાક દર્દીઓની સારવાર ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન આપીને કેમ કરવામાં આવે છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનાં કાર્ય માટે ચેતાતંત્ર અને અંતઃસ્રાવો છે.
- ચેતાતંત્રના પ્રતિચારની પરાવર્તી ક્રિયા ઐચ્છિક ક્રિયા કે અનૈચ્છિક ક્રિયામાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- સંદેશાને પ્રસારિત કરવા માટે ચેતાતંત્ર વીજ–આવેગનો ઉપયોગ કરે છે.
- ચેતાતંત્ર આપણી જ્ઞાનેન્દ્રિયો દ્વારા સૂચના કે સંદેશાઓ સંવેદના સ્વરૂપે મેળવે છે અને આપણા સ્નાયુઓ દ્વારા ક્રિયા કરે છે.
- રાસાયણિક સંકલન વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ બંનેમાં જોવા મળે છે.
- અંતઃસ્રાવ પ્રાણીના એક ભાગમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે અને બીજા ભાગમાં ઇચ્છિત અસર દર્શાવવા માટે વહન કરે છે.
- અંતઃસ્રાવની ક્રિયાને પ્રતિચાર પદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકે છે.

સ્વાધ્યાય

T6X7C3

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવ છે ?

(a) ઇન્સ્યુલિન

(b) થાઇરૉક્સિન

(c) ઇસ્ટ્રોજેન

(d) સાયટોકાઇનીન

2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ 'ખાલી ભાગ'ને ...... કહે છે.

(a) શિખાતંતુ

(b) ચેતોપાગમ

(c) અક્ષતંતુ

(d) આવેગ

3. મગજ ...... જવાબદાર છે.

(a) વિચારવા માટે

(b) હૃદયના સ્પંદન માટે

(c) શરીરનું સમતુલન જાળવવા માટે

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ માટે

4. આપણા શરીરમાં ગ્રાહીનું કાર્ય શું છે ? એવી સ્થિતિ પર વિચાર કરો, જ્યાં ગ્રાહી યોગ્ય પ્રકારથી કાર્ય કરી રહ્યા નથી. કઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?

5. ચેતાકોષની સંરચના દર્શાવતી આકૃતિ દોરો અને તેનાં કાર્યોનું વર્ણન કરો.

6. વનસ્પતિમાં પ્રકાશાવર્તન કેવી રીતે થાય છે ?

7. કરોડરજ્જુને ઈજા થવાથી કયા સંકેતો આવવામાં ખલેલ પહોંચે છે ?

8. વનસ્પતિમાં રાસાયણિક સંકલન કઈ રીતે થાય છે ?

9. એક સજીવમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનના તંત્રની જરૂરિયાત શું છે ?

10. અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ અને પરાવર્તી ક્રિયાઓ એકબીજાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?

11. પ્રાણીઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે ચેતા અને અંતઃસ્રાવ ક્રિયાવિધિની તુલના અને તેમના ભેદ આપો.

12. લજામણી વનસ્પતિમાં હલનચલન અને તમારા પગમાં થનારી ગતિની રીતમાં શું ભેદ છે ?

પ્રકરણ 8
સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ? (How do Organisms Reproduce ?)

E2E8H3

સજીવોના પ્રજનનની ક્રિયાવિધિ પર ચર્ચા કરતાં પહેલાં આવો, આપણે એક મૂળભૂત પ્રશ્ન કરીએ કે સજીવ પ્રજનન શા માટે કરે છે ? વાસ્તવમાં પોષણ, શ્વસન અથવા ઉત્સર્જન જેવી જરૂરી જૈવિક ક્રિયાઓની માફક કોઈ વયસ્ક પ્રાણી (સજીવ)ને જીવિત રહેવા માટે પ્રજનનની ક્રિયા જરૂરી નથી. બીજું કે, સજીવને સંતતિનું નિર્માણ કરવા માટે વધુ ઊર્જા વ્યય કરવી પડે છે. તો પછી તે ક્રિયામાં પોતાની ઊર્જાને નકામી શા માટે ગુમાવે, જે ક્રિયા તેને જીવિત રાખવા માટે જરૂરી નથી ? આ પ્રશ્નનો જવાબ શોધવો આ પ્રકરણમાં અત્યંત રસપ્રદ રહેશે.

આ પ્રશ્નનો જવાબ જે પણ હોય, પરંતુ તે સ્પષ્ટ છે કે આપણને વિવિધ સજીવ એટલા માટે દૃષ્ટિગોચર થાય છે, કારણ કે તેઓ પ્રજનન કરે છે. જો તે સજીવ એકલો હોય અને કોઈ પણ પ્રજનન દ્વારા પોતાના જેવા જ સજીવની ઉત્પત્તિ ન કરી શકે તો આપણને તેના અસ્તિત્વની પણ ખબર ન પડે. કોઈ જાતિમાં મળી આવતા સજીવોની વિશાળ સંખ્યા જ આપણને તેમના અસ્તિત્વની જાણકારી આપે છે. આપણને કેવી રીતે ખબર પડે છે કે બે સજીવ એક જ જાતિના સભ્ય છે ? સામાન્યતઃ આપણે એવું એટલા માટે કહીએ છીએ તેઓ એકસમાન દેખાય છે. આમ, પ્રજનન કરનારા સજીવો નવી સંતતિનું સર્જન કરે છે જે ખાસ્સી હદ સુધી સમાન જોવા મળે છે.

8.1 શું સજીવો પૂર્ણ રૂપે પોતાની પ્રતિકૃતિનું સર્જન કરે છે ? (Do Organisms create exact copies of Themselves ?)

વિવિધ સજીવોની સંરચના, આકાર (કદ) તેમજ આકૃતિ સમાન હોવાને કારણે જ તે સમાન જોવા મળે છે. શરીરની સંરચના સમાન હોવા માટે તેમની બ્લૂપ્રિન્ટ પણ સમાન હોવી જોઈએ. આમ, પોતાના મૂળભૂત રીતે પ્રજનન કરવું એટલે સજીવની સંરચનાની બ્લૂપ્રિન્ટ તૈયાર કરવાની ક્રિયા છે. ધોરણ IXમાં તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલાં રંગસૂત્રોના DNA (ડીઓક્સી રિબોન્યુક્લિઈક ઍસિડ)ના અણુઓમાં આનુવંશિક લક્ષણોનો સંદેશ હોય છે. જે પિતૃ તરફથી સંતતિમાં આવે છે. કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલ DNA માં પ્રોટીન સંશ્લેષણ હેતુ માહિતી હોય છે. આ સંદેશ અલગ હોવાની સ્થિતિમાં નિર્માણ કે સંશ્લેષણ પામતો પ્રોટીન પણ ભિન્ન હોય છે. ભિન્ન (અલગ) પ્રોટીન પરિવર્તિત (બદલાયેલ) શારીરિક સંરચના તરફ દોરી જાય છે.

આમ, પ્રજનનની મૂળભૂત ઘટના DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવાની છે. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવા માટે કોષો વિવિધ રાસાયણિક ક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે. જે પ્રજનન કોષમાં DNAની બે પ્રતિકૃતિઓ બનાવે છે અને તેઓનું એકબીજાથી અલગ હોવું જરૂરી છે. પરંતુ DNAની એક પ્રતિકૃતિને મૂળ કોષમાં રાખીને બીજી પ્રતિકૃતિને તેની (કોષની) બહાર કાઢી નાખવાથી કામ ચાલતું નથી કારણ કે બીજી પ્રતિકૃતિની પાસે જૈવિક ક્રિયાઓના રક્ષણ માટે સંગઠિત કોષીય સંરચના હોતી

નથી. જેથી DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવાની સાથે-સાથે બીજી કોષીય સંરચનાઓનું સર્જન પણ થાય છે તેના પછી DNAની પ્રતિકૃતિઓ અલગ થઈ જાય છે. પરિણામ રૂપે, એક કોષ વિભાજિત થઈને બે કોષો બનાવે છે.

આ બે કોષો એકસમાન છે, પરંતુ શું તેઓ સંપૂર્ણ રીતે સમરૂપ છે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ એ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પ્રતિકૃતિની પ્રક્રિયાઓ કેટલી ચોકસાઈથી સંપાદિત થાય છે. કોઈ પણ જૈવ રાસાયણિક પ્રક્રિયા સંપૂર્ણપણે વિશ્વસનીય હોતી નથી. આમ, આ અપેક્ષિત છે કે DNA પ્રતિકૃતિની પ્રક્રિયામાં કેટલીક ભિન્નતા હોઈ શકે છે. પરિણામ રૂપે નિર્માણ પામનારા DNAની પ્રતિકૃતિઓ એકસમાન તો હશે, પરંતુ મૂળ DNAને સમરૂપ ન હોય. હોઈ શકે છે કે કેટલીક ભિન્નતાઓ એટલી ઝડપી અને તીવ્ર હોય કે DNAની નવી પ્રતિકૃતિ પોતાના કોષીય સંગઠનની સાથે સમયોજિત થઈ શકે નહિ. આ પ્રકારની સંતતિ કે બાળકોષ મૃત્યુ પામે છે (નાશ પામે છે.) બીજી તરફ DNA, પ્રતિકૃતિની અનેક વિભિન્નતાઓ એટલી બધી ઝડપી હોતી નથી. આમ, બાળકોષો સમાન હોવા છતાં કોઈ ને કોઈ સ્વરૂપમાં એકબીજાથી ભિન્ન હોય છે. પ્રજનનમાં થનારી આ ભિન્નતાઓ જૈવવિકાસ ઉદ્‌વિકાસનો આધાર છે. જેની ચર્ચા આપણે આ પછીના પ્રકરણમાં કરીશું.

8.1.1 ભિન્નતાનું મહત્ત્વ (The Importance of Variation)

પોતાની પ્રજનન–ક્ષમતાનો ઉપયોગ કરી સજીવોની વસ્તી યોગ્ય નિવસનતંત્રમાં સ્થાન અથવા વસવાટ પ્રાપ્ત કરે છે. પ્રજનન દરમિયાન DNA પ્રતિકૃતિનું સાતત્ય સજીવની શારીરિક સંરચના તેમજ બંધારણ (Design) જાળવી રાખવા માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે જે તેઓને વિશિષ્ટ વસવાટને યોગ્ય બનાવે છે. આમ, કોઈ જાતિ (Species)ની વસ્તીની સ્થાયીત્વનો સંબંધ પ્રજનન સાથે છે.

પરંતુ, વસવાટમાં અનેક પરિવર્તન આવી શકે છે. જે સજીવોના નિયંત્રણમાં હોતું નથી. પૃથ્વીનું તાપમાન ઓછું કે વધારે થઈ શકે છે. પાણીના સ્તરમાં પરિવર્તન અથવા કોઈ ઉલ્કાની અથડામણ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણ છે. જો એક વસ્તી કોઈ વસવાટને અનુકૂળ છે અને આ વસવાટમાં કેટલાક અતિઝડપી પરિવર્તન આવે તો આવી અવસ્થામાં વસ્તીનો સંપૂર્ણ વિનાશ થવાની પણ સંભાવના છે. તેમ છતાં જો આ વસ્તીના થોડા સજીવોમાં કેટલીક ભિન્નતા આવેલી હશે. તેઓ જીવતા રહેવાની કેટલીક સંભાવના ધરાવે છે. આમ, જો શિતોષ્ણ પાણીમાં મળી આવનારા જીવાણુઓની વસ્તી હોય અને વૈશ્વિક ઉષ્મીકરણ (Global Warming)ના કારણે પાણીનું તાપમાન વધી જાય તો મોટા ભાગના આ જીવાણુઓ મરી (જાય) જશે. પરંતુ તાપમાન પ્રતિરોધી ક્ષમતા ધરાવનારા કેટલાક પરાવર્તક જીવાણુઓ જીવિત રહી શકે અને વૃદ્ધિ કરી શકે. આમ, ભિન્નતાઓ જાતિની જીવિતતા ઉપયોગી છે.

પ્રશ્નો

1. DNA પ્રતિકૃતિનું પ્રજનનમાં શું મહત્ત્વ છે ?
2. સજીવોમાં ભિન્નતા જાતિઓ માટે તો લાભદાયક છે પરંતુ વ્યક્તિગત રીતે આવશ્યક નથી. કેમ ?

8.2 એકલ સજીવો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રજનનની પદ્ધતિઓ

(Modes of Reproduction Used By Single Organisms)

પ્રવૃત્તિ 8.1

- 100 mL પાણીમાં 10 g ખાંડને ઓગાળો.
- એક કસનળીમાં આ દ્રાવણને 20 mL લો. તેમાં એક ચપટી ભરીને યીસ્ટનો પાઉડર નાંખો.
- કસનળીના મુખને રૂથી ઢાંકીને કોઈ ગરમ સ્થાન (જ્યાં તાપમાન વધારે હોય ત્યાં) મૂકી રાખો.
- 1 કે 2 કલાક પછી, કસનળીમાંથી યીસ્ટના સંવર્ધિત દ્રાવણમાંથી એક ટીપું સ્લાઇડ પર લઈને તેના પર કવરસ્લિપ ઢાંકો.
- સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રની મદદથી સ્લાઇડનું પરીક્ષણ કરો. (અવલોકન કરો.)

પ્રવૃત્તિ 8.2

- બ્રેડના એક ટુકડાને પાણીમાં પલાળીને ઠંડા, ભેજવાળા અને અંધકારવાળા સ્થાન પર તેને મૂકો.
- વિપુલદર્શક દક્કાચ (Magnifying glass)ની મદદથી બ્રેડના ટુકડાનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનો અઠવાડિયા સુધી કરી તેની નોંધ અવલોકનપોથીમાં કરો.

યીસ્ટની વૃદ્ધિ તેમજ બીજી પ્રવૃત્તિમાં ફૂગની વૃદ્ધિની રીતની તુલના કરો અને જાણી લો કે તેમાં શું તફાવત છે ?

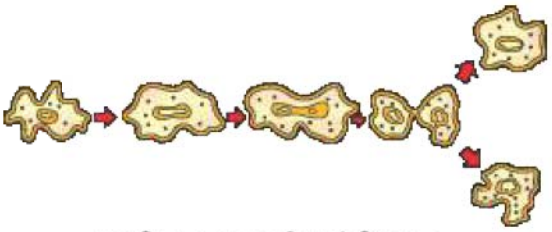
પ્રજનન કયા સંદર્ભોમાં કાર્ય કરે છે તેની ચર્ચા પછી, આવો આપણે જાણીએ કે વિભિન્ન સજીવો વાસ્તવમાં કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ? વિવિધ સજીવોની પ્રજનનની રીત તેઓની શારીરિક સંરચના પર આધારિત હોય છે.

8.2.1 ભાજન (Fission)

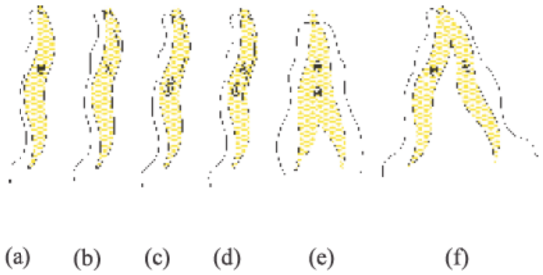
એક કોષીય સજીવોમાં કોષવિભાજન અથવા ભાજન દ્વારા નવા સજીવોની ઉત્પત્તિ થાય છે. ભાજનની અનેક રીતો જોવા મળી છે. ઘણા જીવાણુઓ અને પ્રજીવોનું કોષવિભાજન દ્વારા બે સરખા ભાગોમાં વિભાજન થાય છે. અમીબા જેવા સજીવોમાં કોષવિભાજન કોઈ પણ સમતલમાં થઈ શકે છે.

પ્રવૃત્તિ 8.3

- અમીબાની કાયમી સ્લાઇડનું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી અવલોકન કરો.
- આ જ રીતે અમીબાની દ્વિભાજનની કાયમી સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- હવા બંને સ્લાઇડ્સની તુલના કરો.



આકૃતિ 8.1 (a) અમીબામાં દ્વિભાજન



આકૃતિ 8.1 (b) લેસ્માનિયામાં દ્વિભાજન

પરંતુ, કેટલાક એકકોષીય સજીવોમાં શારીરિક સંરચના વધારે સંગઠિત થયેલી હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે કાલા-અઝરના રોગકારક લેસ્માનિયામાં કોષના એક છેડા પર ચાબુક જેવી સૂક્ષ્મ સંરચના હોય છે. એવા સજીવોમાં દ્વિભાજન એક નિયત સમતલમાં જ થાય છે. મૅલેરિયાના પરોપજીવી પ્લાઝમોડિયમ જેવા અન્ય

આકૃતિ 8.2
પ્લાઝમોડિયમમાં બહુભાજન

એકકોષીય સજીવ એકસાથે અનેક સંતતિ કે બાળકોષોમાં વિભાજિત થાય છે જેને બહુભાજન કહે છે.

યીસ્ટના કોષમાંથી નાની કલિકા ઊપસી આવે છે અને પછી કોષથી અલગ થઈ જાય છે અને સ્વતંત્ર રીતે તે વૃદ્ધિ પામે છે જે આપણે પ્રવૃત્તિ 8.1માં જોઈ ગયાં છીએ.

8.2.2 અવખંડન (Fragmentation)

પ્રવૃત્તિ 8.4

- કોઈ સરોવર અથવા તળાવ, જેનું પાણી ઊંડું અને પીળું દેખાય છે અને જેમાં તંતુના જેવી સંરચનાઓ હોય, તેમાંથી થોડુંક પાણી એકત્ર કરો.
- એક સ્લાઇડ પર એક કે બે તંતુઓ મૂકો.
- આ તંતુઓ પર ગ્લિસરીનનું એક ટીપું મૂકી અને કવર સ્લિપ ઢાંકી દો.
- સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની નીચે સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- શું તમે સ્પાયરોગાયરા (Spirogyra)ના તંતુઓમાં વિવિધ પેશીને ઓળખી શકો છો ?

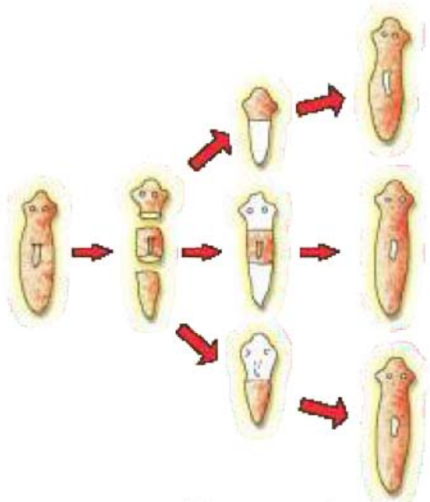
સરળ સંરચનાવાળા બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રજનનની સરળ રીત કાર્ય કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્પાયરોગાયરા સામાન્યતઃ વિકાસ પામીને નાના-નાના ટુકડાઓમાં અવખંડિત થઈ જાય છે. આ ટુકડા અથવા ખંડ વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. પ્રવૃત્તિ 8.4ના અવલોકનના આધારે શું આપણે તેનું કારણ શોધી શકીએ છે ?

પરંતુ આ બધી બહુકોષીય સજીવો માટે સાચું નથી. તે સરળ સ્વરૂપે દરેક કોષનું કોષવિભાજન કરી શકતાં નથી. એવું કેમ છે ? તેનું કારણ છે કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજીવ વિવિધ કોષોનો સમૂહ માત્ર નથી. વિશેષ કાર્ય માટે વિશિષ્ટ કોષો સંગઠિત થઈને પેશીનું નિર્માણ કરે છે અને પેશી સંગઠિત થઈ અંગ બનાવે છે. શરીરમાં તેઓની સ્થિતિ પણ નિશ્ચિત હોય છે. એવી ચોક્કસ વ્યવસ્થિત પરિસ્થિતિમાં કોષ–દર કોષવિભાજન અવ્યાવહારિક છે. આમ, બહુકોષીય સજીવોના પ્રજનન માટે અપેક્ષિત વધારે જટિલ રીતની જરૂરિયાત હોય છે.

બહુકોષીય સજીવો દ્વારા દર્શાવાતી એક સામાન્ય પદ્ધતિ છે કે વિવિધ પ્રકારના કોષો વિશિષ્ટ કાર્ય માટે કાર્યક્ષમ હોય જે સામાન્ય વ્યવસ્થાનું અનુકરણ કરે છે. આ પ્રકારના સજીવોમાં પ્રજનન માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષો હોય છે. શું સજીવ અનેક પ્રકારના કોષોના બનેલા હોય છે ? તેનો જવાબ છે કે સજીવમાં કેટલાક એવા કોષો હોવા જોઈએ જેમાં વૃદ્ધિ, ક્રમ, પ્રસરણ અને યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં વિશેષ પ્રકારના કોષનિર્માણની ક્ષમતા હોવી જોઈએ.

8.2.3 પુનર્જનન (Regeneration)

પૂર્ણ સ્વરૂપે વિભેદિત સજીવોમાં પોતાના વાનસ્પતિક ભાગમાંથી નવા સજીવનું નિર્માણની ક્ષમતા હોય છે. એટલે કે જે કોઈ કારણે સજીવના ખંડો ને ટુકડાઓ થઈ જાય છે અથવા કેટલાક ટુકડાઓમાં તૂટી જાય છે તો તેના અનેક ટુકડા વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. ઉદાહરણ તરીકે, હાઇડ્રા અને પ્લેનેરિયા જેવા સરળ પ્રાણીઓને જો કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે તો પ્રત્યેક ટુકડા વિકાસ પામીને સંપૂર્ણ સજીવમાં પરિણમે છે. આને પુનર્જનન કે પુનઃજનન (પુનઃસર્જન) કહેવાય છે. આકૃતિ 8.3. પુનર્જનન વિશિષ્ટ કોષો દ્વારા દર્શાવાય છે. આ કોષોના ક્રમ-પ્રસરણથી અનેક કોષો બને છે. કોષોના આ સમૂહથી પરિવર્તન દરમિયાન વિવિધ પ્રકારના

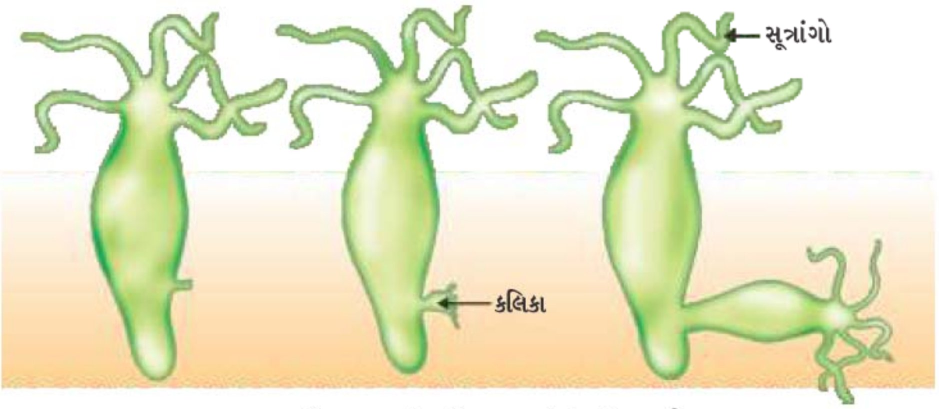


આકૃતિ 8.3 પ્લેનેરિયામાં પુનર્જનન

કોષો તેમજ પેશી બને છે. આ પરિવર્તન ખૂબ જ વ્યવસ્થિત સ્વરૂપે તેમજ ક્રમથી દર્શાવાય છે જેને વિકાસ કહે છે. પુનર્જનન અને પ્રજનન સમાન નથી તેનું કારણ એ છે કે પ્રત્યેક સજીવના કોઈ પણ ભાગને કાપીને કે તોડીને સામાન્યતઃ નવો સજીવ ઉત્પન્ન કરી શકાય નહિ.

8.2.4 કલિકાસર્જન (Budding)

હાઈડ્રા જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પુનર્જનનની ક્ષમતાવાળા કોષોનો ઉપયોગ કલિકાસર્જન માટે કરે છે. હાઈડ્રામાં કોષોનું વારંવાર વિભાજન થવાને કારણે એક સ્થાન ઊપસી આવે છે અને તે ભાગ (ઉપસેલો) વિકાસ પામે છે. આ ઉપસેલો ભાગ એટલે કલિકા જે વૃદ્ધિ પામીને બાળ સજીવમાં ફેરવાય છે અને પૂર્ણ વિકાસ પામતા પિતૃથી અલગ થઈ સ્વતંત્ર જીવ (પ્રાણી) બને છે.



આકૃતિ 8.4 હાઈડ્રા (જળવ્યાળ)માં કલિકાસર્જન

8.2.5 વાનસ્પતિક પ્રજનન (Vegetative Propagation/Vegetative Reproduction)

ઘણી એવી વનસ્પતિઓ છે કે જેઓના કેટલાક ભાગ જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણો યોગ્ય સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં વિકાસ પામીને નવા છોડને ઉત્પન્ન કરે છે. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓથી વિપરીત વિરુદ્ધ એક છોડ કે વનસ્પતિ તેની ક્ષમતાનો ઉપયોગ પ્રજનનની રીતના સ્વરૂપમાં કરે છે. કલમ, દાબકલમ અને આરોપણ જેવી વાનસ્પતિક પ્રજનનની તકનિકનો ઉપયોગ ખેતીવાડી (કૃષિ)માં પણ થાય છે. શેરડી, ગુલાબ કે દ્રાક્ષ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા વનસ્પતિઓને ઉગાડવા કે ઉછેરવા માટેનો સમય, બીજ દ્વારા ઉગાડેલા છોડની તુલનામાં પુષ્પ તેમજ ફળ ઓછા સમયમાં આવવા લાગે છે. આ પદ્ધતિ કેળા, નારંગી, ગુલાબ તેમજ મોગરા જેવી વનસ્પતિઓને ઉગાડવા માટે ઉપયોગી છે, જેઓ બીજ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. વાનસ્પતિક પ્રજનનનો બીજો લાભ એ પણ છે કે, આ પ્રકારે ઉત્પન્ન થયેલી બધી વનસ્પતિઓ આનુવંશિક રીતે પિતૃ વનસ્પતિને સમાન હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 8.5

- એક બટાટાને લઈને તેની સપાટીનું અવલોકન કરો. શું તેના પર કે તેમાં કોઈ ખાડો (કલિકા) દેખાય છે ?
- બટાટાને નાના-નાના ટુકડાઓમાં કાપો કે જેથી કેટલાક ટુકડાઓમાં આ ખાડાનો ભાગ રહે અને કેટલાકમાં ન રહે.
- એક ટ્રેમાં રૂની પાતળી સપાટી પાથરી અને તેને ભીની કરો. ખાડાવાળા ટુકડાઓ (કલિકા ધરાવતા ટુકડાઓને)ને એક તરફ અને ખાડા વગરના ટુકડાઓને બીજી તરફ રાખો.
- હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી આ ટુકડાઓમાં થનારાં પરિવર્તનોનું અવલોકન કરો. ધ્યાન રાખો કે ટ્રેમાં રૂની ભીનાશ રહેવી જરૂરી છે.
- તે કયા ટુકડાઓ છે કે જેમાંથી પ્રરોહ અને મૂળનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે ?

આકૃતિ 8.5
પાનફૂટીનાં પર્ણ સાથે કલિકાઓ

આ જ રીતે પાનફૂટી (પર્ણફૂટી = Bryophyllum)નાં પર્ણોની પર્ણકિનારી પર પણ કેટલીક કલિકાઓ વિકાસ પામે છે અને ભૂમિ પર પડી જાય છે અને નવા છોડનો વિકાસ દર્શાવે છે (આકૃતિ 8.5).

પ્રવૃત્તિ 8.6

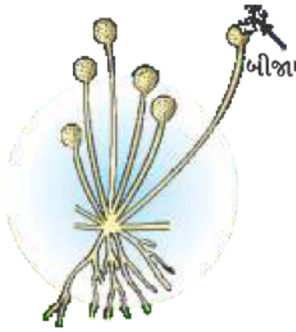
- એક અડુનીવેલ (મનીપ્લાન્ટ કે Pothos plant)નો છોડ લો.
- તે છોડને કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરો કે જેથી પ્રત્યેક ટુકડામાં ઓછામાં ઓછું એક પર્ણ નિશ્ચિત રૂપે હોય.
- બે પર્ણોની વચ્ચેવાળા ભાગના કેટલાક ટુકડા કરી એકઠા કરો.
- બધા ટુકડાઓને એક છેડેથી પાણીમાં ડુબાડીને રાખો અને હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી તે ટુકડાઓનું અવલોકન કરો.
- કયા ટુકડાઓમાંથી વૃદ્ધિ થાય છે અને નવાં પર્ણો (કૂંપળો) ઊગે છે.
- તમે તમારાં અવલોકનો પરથી શું તારણ કાઢી શકો છો.

વધુ જાણવા જેવું !

પેશી-સંવર્ધન (Tissue culture)

પેશી-સંવર્ધન તક્નિકમાં વનસ્પતિની પેશી અથવા તેમના કોષોને વનસ્પતિના અગ્રભાગના વર્ધમાન ભાગથી અલગ કરીને નવા છોડને ઉગાડવામાં આવે છે. આ કોષોને કૃત્રિમ પોષક માધ્યમમાં રાખવામાં આવે છે. જેનાથી કોષો વિભાજિત થઈને અનેક કોષોના નાના સમૂહ બનાવે છે. જેને કેલસ (Callus) કહે છે કેલસની વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદન માટે અંતઃસ્રાવ યુક્ત એક અન્ય માધ્યમમાં સ્થળાંતરિત કરવામાં આવે છે. આ છોડને પછી માટી કે જમીનમાં રોપવામાં આવે છે. જેથી તેઓ વૃદ્ધિ પામી વિકાસ પામેલ છોડ બની જાય છે. પેશી-સંવર્ધન તક્નિક દ્વારા કોઈ એકલા છોડમાંથી અનેક છોડનું નિર્માણ કરાય છે. જે મુક્ત પરિસ્થિતિઓમાં ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. આ તક્નિકનો ઉપયોગ સામાન્યતઃ સજાવટના કે સુશોભનની વનસ્પતિઓના સંવર્ધન માટે કરાય છે.

8.2.6 બીજાણુ-નિર્માણ (Spore Formation)



આકૃતિ 8.6
રાઇઝોપસમાં બીજાણુ નિર્માણ

અનેક સરળ બહુકોષીય સજીવોમાં પણ વિશિષ્ટ પ્રજનન સંરચનાઓ જોવા મળે છે. પ્રવૃત્તિ 8.2માં બ્રેડ પર તંતુ જેવી કેટલીક સંરચનાઓ વિકાસ પામેલી હતી. આ રાઇઝોપસ ફૂગની જાળીરૂપ રચના હતી. તે પ્રજનનનો ભાગ નથી. પરંતુ ઉર્ધ્વસ્થતંતુઓ પર સૂક્ષ્મ ગોળાકાર સંરચનાઓ પ્રજનનમાં ભાગ લે છે. આ ગોળાકાર ગુચ્છ જેવી રચના, બીજાણુ-ધાની છે, જેમાં વિશિષ્ટ કોષો અથવા બીજાણુ મળી આવે છે (આકૃતિ 8.6). આ બીજાણુ વૃદ્ધિ પામીને રાઇઝોપસના એક નવા સજીવની રચના ઉત્પન્ન કરે છે. બીજાણુની ચારેય તરફ એક જાડી દીવાલ હોય છે, જે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં તેઓનું રક્ષણ કરે છે. ભેજયુક્ત સપાટીના સંપર્કમાં આવતાની સાથે જ તે વૃદ્ધિ પામવાની શરૂઆત કરી લે છે અથવા વૃદ્ધિ પામે છે.

અત્યાર સુધી પ્રજનનની જે પદ્ધતિઓ કે રીતોની આપણે ચર્ચા કરી તે બધાં પદ્ધતિઓમાં સંતતિનું સર્જન માત્ર એક જ સજીવ દ્વારા થાય છે. આને અલિંગી પ્રજનન કહે છે.

પ્રશ્નો

1. દ્વિભાજનએ બહુભાજનથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. બીજાણુ દ્વારા પ્રજનનથી સજીવને કેવી રીતે લાભ થાય છે ?
3. તે માટેનું કારણ તમે વિચારી શકો ? જટિલ સંરચનાવાળા સજીવો પુનર્જનન દ્વારા નવી સંતતિ શા માટે ઉત્પન્ન કરી શકતા નથી ?
4. કેટલીક વનસ્પતિઓનો ઉછેર કરવા માટે વાનસ્પતિક પ્રજનનનો ઉપયોગ શા માટે કરવામાં આવે છે ?
5. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવી પ્રજનન માટેની આવશ્યકતા કેમ છે ?

8.3 લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction)

આપણે પ્રજનનની એ પદ્ધતિથી પણ પરિચિત છીએ કે જેમાં સંતતિ ઉત્પન્ન કરવાના હેતુએ બે વ્યક્તિઓની ભાગીદારી હોય છે. ન તો આખલો વાછરડાને જન્મ આપી શકે છે અને ન તો એકલી મરઘીથી નવા મરઘાના બચ્ચાની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે. આવા સજીવોને નવી સંતતિ ઉત્પન્ન કરવા માટે નર તેમજ માદા, બંને લિંગોની જરૂરિયાત હોય છે. આ લિંગી પ્રજનનની ઉપયોગિતા શું છે ? શું અલિંગી પ્રજનનની કેટલીક મર્યાદાઓ છે ? જેની ચર્ચા આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ.

8.3.1 શા માટે લિંગી પ્રજનનની રીત/પદ્ધતિ ? (Why the Sexual Mode of Reproduction ?)

એક પિતૃ કોષમાંથી બે બાળકોષોના નિર્માણમાં DNA ની પ્રતિકૃતિ થવી કે સર્જાવી તેમજ કોષીય સંગઠન બંને જરૂરી છે. જેમકે આપણે જાણ્યું છે કે DNA પ્રતિકૃતિની તક્નિક સંપૂર્ણ રીતે યથાર્થ નથી. પરિણામી (ઉદ્ભવતી) ત્રુટિઓ કે ખામીઓ સજીવની વસ્તીમાં ભિન્નતાનો સ્રોત છે. પ્રત્યેક સજીવ વ્યક્તિગત રીતે ભિન્નતાઓ સામે સંરક્ષિત હોઈ શકે નહિ. પરંતુ વસ્તીમાં જોવા મળતી ભિન્નતાઓ તે જાતિના અસ્તિત્વને (જીવસાતત્યને) જાળવી રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. આમ, સજીવોમાં પ્રજનનની કોઈ એવી પદ્ધતિ કે રીત વધારે સાર્થક હોવી જોઈએ જેમાં વધારે ભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ શકે છે.

જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયા સંપૂર્ણપણે યથાર્થ નથી તો તે ચોક્કસ છે કે તેમાં ભિન્નતા અત્યંત ધીમી રીતે ઉત્પન્ન થાય. જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયાવિધિ ઓછી ચોકસાઈવાળી છે, તો નિર્માણ પામનાર DNA પ્રતિકૃતિઓ કોષીય સંરચનાની સાથે તાલમેલ કે કાર્ય કરવાની ક્ષમતા જાળવી શકતા નથી અને કોષનું મૃત્યુ થાય છે. તો આ પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરવામાં કઈ રીતે ઝડપ થઈ શકે ? પ્રત્યેક DNA પ્રતિકૃતિમાં નવી ભિન્નતાની સાથે-સાથે પૂર્વવત્ પેઢીઓની ભિન્નતાઓ પણ સંગ્રહીત થાય છે. આમ, વસ્તીના બે સજીવોમાં સંગ્રહીત ભિન્નતાઓની ભાત કે રીત (Pattern) પણ ઘણી ભિન્ન હોય છે. કારણ કે આ બધી ભિન્નતાઓ જીવિત વ્યક્તિ (સજીવ)માં જોવા મળે છે. આમ તે સુનિશ્ચિત છે કે આ ભિન્નતાઓ હાનિકારક નથી. બે અથવા વધારે એકલ (Single) સજીવોની ભિન્નતાઓના સંયોજનની ભિન્નતાથી નવું સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે. કારણ કે આ ક્રિયામાં બે ભિન્ન સજીવ ભાગ લે છે. આમ, પ્રત્યેક સંયોજન પોતાની જાતે અલગ હોય છે. લિંગી પ્રજનનમાં બે ભિન્ન સજીવોમાંથી મેળવેલ DNAનું સંયોજન થાય છે.

પરંતુ તેને લીધે વધુ મુશ્કેલી ઉત્પન્ન થાય છે. જો દરેક નવી પેઢીએ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા બે વ્યક્તિગત સજીવોના DNAના સંકલનની પ્રતિકૃતિ બનવાની હોય તો દરેક સંતતિ પાસે પિતૃપેઢી કરતા બમણાં DNA થઈ જાય. આમાં DNA દ્વારા કોષ-સંગઠન પરથી નિયંત્રણ દૂર થવાની સંભાવના વધુ છે. આ સિવાય જો પ્રત્યેક પેઢીમાં DNAની માત્રા કોઈ અન્ય વસ્તુ માટે કોઈ સ્થાન વધતું નથી. આ સમસ્યાને દૂર કરવા માટે આપણે કેટલા ઉકેલ શોધી શકીએ ?

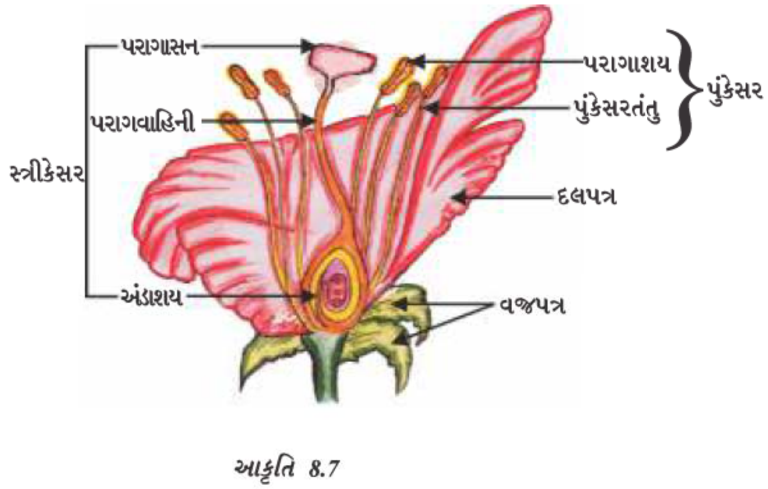
આપણે પહેલાં જાણી લીધું છે કે, જેમ-જેમ સજીવોની જટિલતા વધતી ગઈ છે તેમ-તેમ પેશીઓની વિશિષ્ટતાઓ પણ વધી છે. ઉપર્યુક્ત સમસ્યાનો ઉકેલ સજીવોએ એવી રીતે શોધી કાઢ્યો છે કે જેમાં સજીવની વાનસ્પતિક કે દૈહિક કોષોની તુલનામાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા અડધી થઈ જાય છે અને DNAની માત્રા પણ અડધી હોય છે. કોષવિભાજનની અર્ધીકરણ નામની ક્રિયા વડે આ શક્ય બને છે. આમ, બે ભિન્ન સજીવોનું આ યુગ્મનજ કોષ કે ફલિતાંડ લિંગી પ્રજનનમાં સંયુગ્મન દ્વારા યુગ્મનજ ફલિતાંડ (Zygote) બનાવે છે. જે બાળપેઢીમાં કે સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા તેમજ DNAની માત્રાને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

જો યુગ્મનજની વૃદ્ધિ અને વિકાસ અત્યંત વિશિષ્ટ પેશી તથા અંગોયુક્ત નવા સજીવમાં થવાનો હોય તો તેમાં ઊર્જાનો સંગ્રહ પણ પૂરતા પ્રમાણમાં થવો જોઈએ. અત્યંત સરળ સંરચનાવાળા સજીવોમાં સામાન્ય રીતે બે પ્રજનનકોષો (યુગ્મકો)ના આકાર તેમજ કદમાં વિશેષ ભેદ હોતો નથી અથવા તેઓ સમાન આકારના પણ હોઈ શકે છે. પરંતુ જેવી શારીરિક રચના વધારે જટિલ બને છે, પ્રજનનકોષો પણ વિશિષ્ટતા પ્રાપ્ત કરે છે. એક પ્રજનનકોષ તુલનાત્મક રીતે મોટો હોય છે તેમજ તેમાં ખોરાક પૂરતા પ્રમાણમાં સંચય પણ પામે છે. જ્યારે બીજો પ્રજનનકોષ પહેલાં પ્રજનનકોષની તુલનામાં નાનો તેમજ વધારે પ્રચલનશીલ હોય છે. પ્રચલનશીલ પ્રજનનકોષને નરજન્યુ કોષ અને પ્રજનનકોષમાં ખોરાકનો સંગ્રહ થયેલો હોય છે, તેને માદા જન્યુકોષ કહે છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે કઈ રીતે આ બે અલગ પ્રકારના જન્યુઓના નિર્માણથી નર અને માદા જનનાંગોમાં અલગતા ઉત્પન્ન કરે છે અને કેટલાક કિસ્સાઓમાં નર અને માદાના શરીરમાં પણ ફેરફાર ઉત્પન્ન કરે છે.

8.3.2 સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગી પ્રજનન

(Sexual Reproduction in Flowering Plants)

આવૃત્ત બીજધારીઓ (Angosiperms)ના પ્રજનનાંગો પુષ્પમાં દર્શાવેલાં છે. તમે પુષ્પના વિવિધ ભાગો વિશે અભ્યાસ કરી ગયાં છો. વજ્રપત્રો, દલપત્રો, પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર પુંકેસર, તેમજ સ્ત્રીકેસર પુષ્પનાં પ્રજનન ભાગ કે અંગો છે. જેમાં પ્રજનનકોષો હોય છે. દલપત્ર તેમજ વજ્રપત્રનું કાર્ય શું હોઈ શકે ?



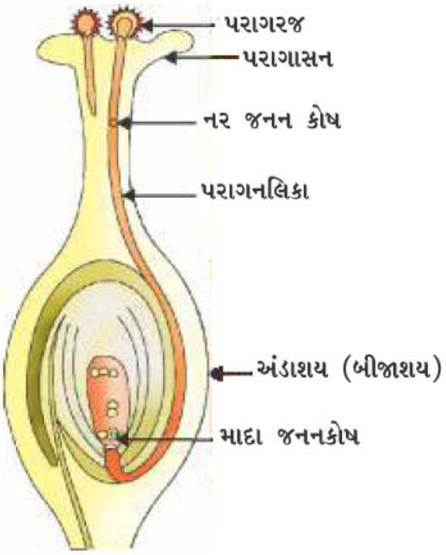
આકૃતિ 8.7
પુષ્પનો આયામ છેદ

જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર અથવા સ્ત્રીકેસરમાંથી કોઈ એક જનનાંગ હાજર હોય કે આવેલા હોય તો પુષ્પ એકલિંગી કહેવાય છે તથા (પપૈયું, તડબૂચ) જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર બંને આવેલા હોય તો તેવા પુષ્પને ઊભયલિંગી કે દ્વિલિંગી પુષ્પ કહે છે (જાસૂદ, રાઈ) પુંકેસર નર જનનાંગ છે જેના દ્વારા પરાગરજનું નિર્માણ કરે છે. જે સામાન્ય રીતે પીળા રંગની હોય છે. તમે જોયું હશે કે જ્યારે તમે કોઈ પુષ્પના પુંકેસરને અડકો છો ત્યારે તમારા હાથમાં એક પીળો પાઉડર ચોંટી જાય છે. સ્ત્રીકેસર પુષ્પના કેન્દ્રસ્થ ભાગમાં આવેલું હોય છે અને તે પુષ્પનું માદા જનનાંગ છે જે ત્રણ ભાગોથી બનેલું છે. આધાર કે તલીય પ્રદેશે ફૂલેલો ભાગ અંડાશય (બીજાશય), મધ્યમાં લાંબી નલિકા જેવી રચના પરાગવાહિની અને અગ્ર ભાગે આવેલી રચના પરાગાસન હોય છે. જે સામાન્ય રીતે ચીકણું કે

સ્નિગ્ધ હોય છે. અંડાશયમાં અંડક કે બીજાંડ હોય છે અને પ્રત્યેક અંડક કે બીજાંડમાં એક અંડકોષ હોય છે. પરાગરજ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા નરજન્યુ કે પુંજન્યુ અંડાશયના અંડકોષ (માદાજન્યુ)ની સાથે સંયુગ્મન પામે છે. જનનકોષોના આ સંયુગ્મન કે ફલનથી યુગ્મનજ કે ફલિતાંડનું નિર્માણ થાય છે જેમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામવાની ક્ષમતા હોય છે.

આમ, પરાગરજને પુંકેસરમાંથી પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરણ થવાની જરૂરિયાત હોય છે. જો પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ તે પુષ્પના પરાગાસન પર જ થાય તો તેને સ્વપરાગનયન કહે છે. પરંતુ એક પુષ્પની પરાગરજ બીજા પુષ્પ પર સ્થળાંતરિત થાય તો તેને પરપરાગનયન કહે છે. એક પુષ્પથી બીજા પુષ્પ સુધી પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ હવા, પાણી કે પ્રાણી જેવા વાહકો દ્વારા થાય છે.

પરાગરજનું યોગ્ય પરાગાસન પર પહોંચવા ઉપરાંત નર જન્યુ કે પુંજન્યુને અંડાશયમાં આવેલા માદાજન્યુ કોષ (અંડકોષ) સુધી પહોંચવું જરૂરી હોય છે. તેના માટે પરાગરજમાંથી એક નલિકાનો વિકાસ થાય છે અને તે નલિકા પરાગવાહિનીમાં થઈને અંડક કે બીજાંડ સુધી પહોંચે છે. (જેને પરાગનલિકા કહે છે.)

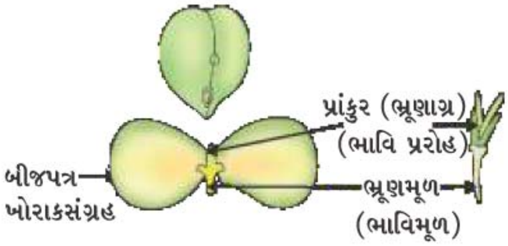


આકૃતિ 8.8
પરાગરજનું પરાગાસન પર અંકુરણ

ફલન પછી, યુગ્મનજમાં અનેક વિભાજન થાય છે અને અંડકમાં ભ્રૂણ વિકાસ પામે છે. અંડક કે બીજાંડમાંથી એક સખત આવરણ વિકાસ પામે છે અને આ બીજમાં પરિવર્તિત થાય છે. અંડાશય ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે અને પરિપક્વ થઈને ફળમાં પરિણમે છે. આ સમયગાળા દરમિયાન વજ્રપત્રો, દલપત્રો અને પુંકેસર, પરાગવાહિની તેમજ પરાગાસન સામાન્ય રીતે કરમાઈ જઈને ખરી પડે છે. શું તમે ક્યારેય પુષ્પના કોઈ ભાગને ફળની સાથે સ્થાયીરૂપે જોડાયેલ જોયો છે ? વિચારો, બીજનું નિર્માણ થવાથી વનસ્પતિને શું લાભ થાય છે ? બીજમાં ભાવિ વનસ્પતિ અથવા ભ્રૂણ હોય છે. જે સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામે છે. આ ક્રિયાને કે ઘટનાક્રમને અંકુરણ કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 8.7

- ચણાનાં કેટલાંક બીજને એક રાત સુધી પાણીમાં પલાળો.
- વધારાનું પાણી ઢોળી દો અને પલાળેલાં બીજને એક ભીના કપડાંથી ઢાંકી એક દિવસ માટે રાખી મૂકો. ધ્યાન રાખો કે બીજ કે કપડું સુકાવા ન જોઈએ.
- બીજને સાવચેતીથી ખોલીને તેઓના વિવિધ ભાગોનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનની તુલના આકૃતિ 8.9ની સાથે કરો. શું તમે બધા ભાગોને ઓળખી શકો છો ?



આકૃતિ 8.9
અંકુરણ

8.3.3 માનવમાં લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction in Human Beings)

અત્યાર સુધી આપણે વિવિધ જાતિમાં પ્રજનનની વિવિધ પ્રણાલીઓની ચર્ચા કરી હતી. આવો, હવે આપણે તે જાતિના વિષયમાં જાણીએ જેમાં આપણી સૌથી વધારે રુચિ છે. તે જાતિ માનવ છે. માનવમાં લિંગી પ્રજનન થાય છે. આ ક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આવો, આપણે શરૂઆત કંઈક અસંબંધિત મુદ્દાથી કરીએ. આપણે બધાં જાણીએ છીએ કે ઉંમરની સાથે-સાથે આપણા શરીરમાં કેટલાંક પરિવર્તન આવે છે. તમારા શરીરમાં થતાં ફેરફારો વિશે આગળ ધોરણ VIIIમાં શીખી ગયાં છીએ. આપણી ઊંચાઈમાં નાનપણથી અત્યાર સુધીમાં સતત વધારો થાય છે એવું આપણે નોંધ્યું છે. આપણા દાંત પડી જાય છે, જેને દુધિયા દાંત કહે છે અને નવા

દાંત ઊગે છે. આ બધાં પરિવર્તનોને એક સામાન્ય ક્રિયાનો વૃદ્ધિ-ક્રમમાં સામૂહિક સમાવેશ કરાય છે. જેમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે. પરંતુ મુગ્ધાવસ્થા કે કિશોરાવસ્થાનાં પ્રારંભિક વર્ષોમાં, કેટલાંક એવાં પરિવર્તન થાય છે જેને માત્ર શારીરિક વૃદ્ધિ કહી શકાય નહિ. જ્યારે શારીરિક સૌષ્ઠવ બદલાઈ જાય છે. શારીરિક ગુણોત્તર બદલાઈ જાય છે. નવા લક્ષણ આવે છે અને સંવેદનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે.

આમાંથી કેટલાંક પરિવર્તન છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં એકસમાન હોય છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, શરીરના કેટલાક ભાગો જેવાં કે બગલ તેમજ જાંઘોના મધ્ય જનનાંગીય વિસ્તારમાં વાળ ઊગે છે અને તેનો રંગ પણ ઘેરો હોય છે. પણ હાથ તેમજ ચહેરા પર પણ નાના રોમ ઊગે છે. ત્વચા સામાન્ય રીતે તૈલી / તેલયુક્ત બને છે અને ક્યારેક ખીલ પણ ઉદ્ભવે છે. આપણે પોતાની તેમજ બીજાના પ્રત્યે વધારે સજાગ બનીએ છીએ.

બીજી તરફ, કેટલાંક એવાં પણ પરિવર્તન થાય છે જે છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં ભિન્ન હોય છે. છોકરીઓમાં સ્તનના આકાર (કદ)માં વધારો થાય છે અને સ્તનાગ્રની ત્વચાનો રંગ પણ ઘેરો બને છે. આ સમયે છોકરીઓમાં રજોસ્રાવ થવા લાગે છે. છોકરાના ચહેરા પર દાઢી-મૂછ ઊગી આવે છે અને તેમનો અવાજ કર્કશ ને જાડો બને છે. દીવાસ્વપ્ન અથવા રાત્રિમાં શિશ્ન પણ સામાન્ય રીતે કદમાં વધે અને ટટ્ટાર બને છે.

આ બધાં પરિવર્તન મહિનાઓ તેમજ વર્ષોની અવધિમાં મંદગતિ એ થાય છે. આ પરિવર્તન બધા વ્યક્તિઓમાં એક જ સમય અથવા એક નિશ્ચિત ઉંમરમાં થતું નથી. કેટલીક વ્યક્તિઓમાં આ પરિવર્તન નાની ઉંમરમાં તેમજ ઝડપથી થાય છે. જ્યારે અન્યમાં અત્યંત મંદ ગતિથી પણ થઈ શકે છે. પ્રત્યેક પરિવર્તન તીવ્રતાથી પૂર્ણ પણ થતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે, છોકરાઓના ચહેરા પર આછા-જાડા વાળ ઊગતા જોવા મળે છે અને ધીરે-ધીરે આ વૃદ્ધિ એક જેવી થાય છે. પછી આ બધાં પરિવર્તનોમાં પણ વિવિધ વ્યક્તિઓની વચ્ચે વિવિધતા પ્રદર્શિત થાય છે. જેમકે આપણા નાક-નકશા અલગ-અલગ હોય છે. આ પ્રકારે વાળની વૃદ્ધિની રીત (Pattern), સ્તન અથવા શિશ્નના કદ તેમજ આકાર પણ ભિન્ન હોય છે. આ બધાં પરિવર્તન શરીરની લૈંગિક પરિપક્વતાને લીધે થાય છે.

આ ઉંમરમાં શરીરમાં લૈંગિક પરિપક્વતા શા માટે પ્રદર્શિત થાય છે ? આપણે બહુકોષીય સજીવોમાં વિશિષ્ટ કાર્યોનું સંપાદન કરવા માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષોની આવશ્યકતાની વાત કરી ગયા છીએ. લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેવા માટે પ્રજનનકોષોનું ઉત્પાદન એ પણ એક વિશિષ્ટ કાર્ય છે અને આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓમાં પણ આ હેતુ માટે વિશેષ પ્રકારના કોષો તેમજ પેશી વિકાસ પામે છે. જ્યારે વ્યક્તિગત રીતે કોઈ સજીવનાં શરીરનો પુખ્તાવસ્થામાં વિકાસ થાય, ત્યારે આ વિકાસને પ્રાપ્ત કરવા માટે શરીરના સ્રોતોને એ તરફ દોરવામાં આવે છે. આ દરમિયાન, પ્રજનનપેશીનું પુખ્ત થવાની ક્રિયાને પ્રાથમિકતા આપવામાં આવે છે. માટે શરીરનો સામાન્ય વિકાસ ધીમો થાય છે તથા પ્રજનનપેશી પુખ્ત થવાની શરૂઆત થાય છે. કિશોરાવસ્થા કે મુગ્ધાવસ્થાના સમયગાળાને યૌવનારંભ (Puberty) કહે છે.

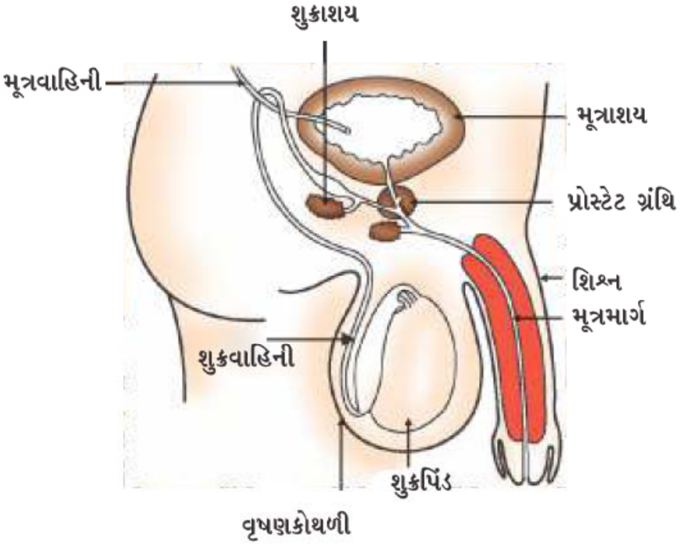
આમ, ઉપર્યુક્ત ચર્ચા કરેલ બધા જ ફેરફારો પ્રજનનની ક્રિયા સાથે કઈ રીતે સંબંધિત છે ? આપણે યાદ રાખીએ કે લિંગી પ્રજનન પ્રણાલીનો અર્થ છે કે બે ભિન્ન વ્યક્તિઓના પ્રજનનકોષોનું

પરસ્પર સંયુગ્મન. આ જનનકોષો કે પ્રજનનકોષો શરીરની બહારની તરફ ત્યાગ પણ પામતાં હોય છે ? જેમકે સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં થાય છે અથવા બે સજીવોના પરસ્પર સંબંધ દ્વારા જનન-કોષોનું આંતરિક સ્થળાંતરણ પણ થઈ શકે છે, જેમકે અનેક પ્રાણીઓમાં થાય છે. જો પ્રાણીઓ સમાગમની ક્રિયામાં ભાગ લેવાનો હોય તો તે જરૂરી છે કે અન્ય સજીવને તેની લૈંગિક પરિપક્વતાની જાણ હોય. યૌવનારંભની અવધિમાં અનેક પરિવર્તન જેવાં કે વાળ ઊગવાની નવી વાત સંકેત છે કે લૈંગિક પરિપક્વતા આવી રહી છે.

બીજી તરફ, બે વ્યક્તિઓની વચ્ચે પ્રજનનકોષોના વાસ્તવિક સ્થળાંતરણ માટેથી વિશિષ્ટ અંગ/સંરચનાની જરૂરિયાત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, શિશ્ન કે જેનું ઉત્થાન ઉર્ધ્વસ્થ થવાની ક્ષમતા માનવ જેવા સસ્તનમાં શિશુ/બાળક માતાના શરીરમાં લાંબી અવધિ સુધી ગર્ભસ્થ રહે છે અને જન્મ પછી સ્તનપાન કરે છે. આ બધી પરિસ્થિતિઓ માટે માદામાં જનનાંગો તેમજ સ્તનનું પરિપક્વ થવા જરૂરી છે. આવો, પ્રજનનતંત્રના વિષયમાં જાણકારી મેળવીએ.

8.3.3 (a) નર પ્રજનનતંત્ર (Male Reproductive System)

પ્રજનનકોષ ઉત્પાદિત કરનારા અંગ તેમજ જનનકોષોનું ફલનના સ્થાન સુધી પહોંચાડવાવાળા અંગ, સંયુક્ત સ્વરૂપે નર પ્રજનનતંત્ર બનાવે છે. (આકૃતિ 8.10)

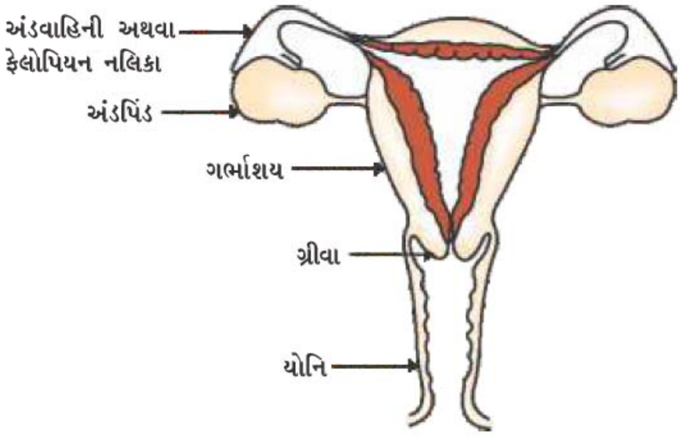


આકૃતિ 8.10 નર માનવ (પુરુષ)નું પ્રજનનતંત્ર

નર પ્રજનનકોષ અથવા શુક્રકોષનું નિર્માણ શુક્રપિંડ (વૃષણ)માં થાય છે. આ ઉદરગુહાની બહાર વૃષણકોથળીમાં આવેલા હોય છે. તેનું કારણ એ છે કે, શુક્રકોષનાં ઉત્પાદન માટે જરૂરી તાપમાન શરીરના તાપમાનથી ઓછું હોય છે. ટેસ્ટોસ્ટેરોન અંતઃસ્રાવનું ઉત્પાદન તેમજ સ્રાવમાં શુક્રપિંડની ભૂમિકાની ચર્ચા આપણે આગળના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. શુક્રકોષ ઉત્પાદનનું નિયંત્રણ સિવાય ટેસ્ટોસ્ટેરોન છોકરાઓમાં યુવાવસ્થાનાં લક્ષણોનું પણ નિયંત્રણ કરે છે.

ઉત્પાદિત શુક્રકોષોનો ત્યાગ શુક્રવાહિકાઓ દ્વારા થાય છે. જે મૂત્રાશયથી આવનારી નળીની સાથે જોડાઈને એક સંયુક્ત નળી બનાવે છે. આમ, મૂત્રમાર્ગ (urethra), શુક્રકોષો તેમજ મૂત્ર બંનેના વહનનો સામાન્ય માર્ગ દર્શાવે છે. પ્રોસ્ટેટ અને શુક્રાશય પોતાનો સ્રાવ શુક્રવાહિકામાં ઠાલવે છે. જેથી શુક્રકોષ એક પ્રવાહી માધ્યમમાં આવે છે. તેના કારણે તેનું (શુક્રકોષનું) સ્થળાંતરણ સરળતાથી થાય છે. તેની સાથે આ સ્રાવ શુક્રકોષોને પોષણ પણ આપે છે. શુક્રકોષોએ સૂક્ષ્મ સંરચનાઓ છે જેમાં મુખ્યત્વે આનુવંશિક પદાર્થ હોય છે અને એક લાંબી પૂંછડી હોય છે. જે તેને માદા પ્રજનનકોષની તરફ તરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

8.3.3 (b) માદા પ્રજનનતંત્ર (Female Reproductive System)



આકૃતિ 8.11 માદા માનવ (સ્ત્રી)નું પ્રજનનતંત્ર

માદા પ્રજનનકોષો અથવા અંડકોષનું નિર્માણ

અંડાશયમાં થાય છે. તે કેટલાક અંતઃસ્રાવ પણ ઉત્પન્ન કરે છે. આકૃતિ 8.11 ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ અને માદા પ્રજનનતંત્રનાં વિવિધ અંગોને ઓળખીએ.

છોકરીના જન્મના સમયથી જ અંડાશયમાં હજારો અપરિપક્વ અંડપુટિકાઓ હોય છે. યૌવનારંભમાં તેમાંથી કેટલાક અંડકોષો પરિપક્વ થવા માંડે છે. બેમાંથી એક અંડપિંડ દર મહિને એક અંડકોષ ઉત્પન્ન કરે છે. પાતળી અંડવાહિની અથવા ફેલોપિયન નલિકા દ્વારા અંડકોષ ગર્ભાશય સુધી જાય છે. બંને અંડવાહિનીઓ સંયુક્ત બનીને એક નાજુક, સ્થિતિસ્થાપક, નાસપતિના આકાર જેવી સંરચનાનું નિર્માણ કરે છે જેને ગર્ભાશય કહે છે. ગર્ભાશય ગ્રીવા દ્વારા યોનિમાં ખૂલે છે.

મૈથુન (સંવનન/જાતીય સમાગમ)ના સમયે શુક્રકોષ યોનિમાર્ગમાં દાખલ થાય છે જ્યાંથી ઉપરની તરફ વહન પામીને અંડવાહિની સુધી પહોંચે છે. જ્યાં અંડકોષની સાથે શુક્રકોષનું સંમિલન થાય. ફલિત અંડકોષનું વિભાજન થવાની શરૂઆત થાય છે અને તે એક કોષોના જથ્થામાં એટલે કે ગર્ભમાં ફેરવાય છે. આ ગર્ભનું સ્થાપન ગર્ભાશયની દીવાલ પર થાય છે જ્યાં તેનો વિકાસ ચાલુ રહે છે અને તે અંગોનું નિર્માણ કરીને ભ્રૂણ બને છે. આપણે આગળ અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. માતાના શરીરની સંરચના બાળકના વિકાસને આધાર આપી શકે તેમ થયેલી હોય છે. આમ, દરેક મહિને ગર્ભાશય ગર્ભને ધારણ કરવા તેમજ તેના પોષણ માટે પોતાને તૈયાર કરે છે. આથી ગર્ભાશયનું અંતઃઆવરણ (એન્ડોમેટ્રિયમ) વધુ જાડું બને છે તથા વિકસતાં ગર્ભનાં પોષણ માટે તેને પુષ્કળ રુધિરપ્રવાહ પૂરો પાડવામાં આવે છે.

ભ્રૂણને માતાના રુધિરમાંથી જ પોષણ મળે છે, તેના માટે એક વિશેષ સંરચના હોય છે જેને જરાયુ (Placenta) કહે છે. આ એક ડિસ્ક કે રકાબી જેવી સંરચના છે. જે ગર્ભાશયની દીવાલમાં જ રહેલી હોય છે. તેમાં ભ્રૂણની તરફની પેશીમાં પ્રવર્ધ હોય છે. માતાની પેશીઓમાં રુધિર કોટરો હોય છે જે પ્રવર્ધને આચ્છાદિત કરે છે, જે માતાના શરીરમાંથી ભ્રૂણને ગ્લુકોઝ, ઑક્સિજન તેમજ અન્ય પદાર્થોના સ્થળાંતરણ માટે એક વિશાળ પ્રદેશ આપે છે. વિકાસશીલ ભ્રૂણ દ્વારા ઉત્સર્ગ પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે જેનો નિકાલ જરાયુના માધ્યમથી માતાના રુધિરમાં સ્થળાંતરણ દ્વારા થાય છે. માતાના શરીરમાં ગર્ભને વિકસિત થવા માટે લગભગ 9 મહિના લાગે છે. ગર્ભાશયની પેશીઓનાં લયબદ્ધ સંકોચનથી બાળક/નવજાત શિશુનો જન્મ થાય છે.

8.3.3 (c) જ્યારે અંડકોષનું ફલન થતું નથી તો શું થાય છે ?

(What happens when the Egg is not Fertilised ?)

જો અંડકોષનું ફલન થતું જ નથી તો તે લગભગ એક દિવસ સુધી જીવિત રહી શકે છે. અંડાશય કે અંડપિંડ પ્રત્યેક મહિને એક અંડકોષને મુક્ત કરે છે. તેથી ફલિત અંડકોષની પ્રાપ્તિ માટે ગર્ભાશય પણ દર મહિને તૈયારી કરે છે અને તેની અંતઃદીવાલ માંસલ તેમજ જાડી બને છે. જો અંડકોષનું ફલન થાય તો તે સ્થિતિમાં ગર્ભને પોષણ મળવું આવશ્યક છે. પરંતુ ફલન નહિ થવાની પરિસ્થિતિમાં આ આવરણની કોઈ જરૂરિયાત હોતી નથી. તેથી આ આવરણ ધીરે-ધીરે તૂટી જઈને યોનિમાર્ગમાંથી રુધિર તેમજ શ્લેષ્મના રૂપે શરીરમાંથી બહાર ત્યજાય છે. આ ચક્રમાં લગભગ એક મહિના જેટલો સમયગાળો લાગે છે અને તેને ઋતુસ્રાવ અથવા રજોધર્મ કે માસિક સ્રાવ (Menstruation) કહે છે. લગભગ 2થી 8 દિવસ સુધી ચાલે છે.

8.3.3 (d) પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય (Reproductive Health)

આપણે જોઈ ગયાં તેમ લૈંગિક પરિપક્વતા એક ક્રમિક ક્રિયા છે અને તે એવા સમયે થાય છે જ્યારે શારીરિક વૃદ્ધિ પણ થતી હોય છે. આમ, અમુક હદ સુધી થયેલી લૈંગિક પરિપક્વતાનો અર્થ એવો નથી કે શરીર અથવા મન પ્રજનનક્રિયા અથવા ગર્ભધારણ યોગ્ય થઈ ગયા છે. તે પછી આપણે આ નિર્ણય કેવી રીતે લઈ શકીએ છીએ કે શરીર તેમજ મગજ હવે આ મુખ્ય જવાબદારી માટે યોગ્ય થયું છે ? આ મુદ્દાને લઈને આપણા બધા પર કોઈ ને કોઈ પ્રકારનું દબાણ છે. બની શકે કે આપણા મિત્રો તરફથી આપણે ઇચ્છીએ કે ન ઇચ્છતાં હોઈએ પણ અમુક પ્રવૃત્તિમાં ભાગ

લેવા માટે દબાણ હોય. કુટુંબ તરફથી લગ્ન કરીને સંતાનોત્પત્તિ માટેનું દબાણ હોઈ શકે. તો વળી, સરકારી સંસ્થાઓ તરફથી બાળકો ન થવા દેવા માટેનું દબાણ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પણ નિર્ણય લેવો ખૂબ જ અઘરો હોય છે.

જાતીય સમાગમ કે સંવનનની સ્વાસ્થ્ય પર પડનારી અસરોના વિષયમાં પણ આપણે વિચારવું જોઈએ. આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે એક વ્યક્તિમાંથી બીજા વ્યક્તિમાં રોગોનું સંચરણ કે વહન અનેક રીતોથી થઈ શકે છે. જાતીય સમાગમમાં પ્રગાઢ શારીરિક સંબંધ સ્થાપિત થતો હોવાથી આશ્ચર્યની કોઈ વાત નથી કે અનેક રોગોનું સંચરણ કે સંક્રમણ પણ થઈ શકે છે. તેમાં જીવાણુજન્ય/બૅક્ટેરિયાજન્ય રોગ જેવા કે ગોનોરિયા અને સિફિલીસ તેમજ વાઇરસ દ્વારા સંક્રમણ પામતા રોગો જેવા કે મસા (Wart ઊપસી આવેલા મોટા તલ જે ચામડી પર ઉદ્ભવે) અને HIV-AIDS નો સમાવેશ થાય છે. પ્રજનન દરમિયાન શું આ રોગોના સંચરણ કે સંક્રમણને અટકાવવા સંભવ છે ? શિશ્ન માટેનું આવરણ અથવા નિરોધ (Condom)ના ઉપયોગથી આમાંથી અનેક રોગોને પ્રસરતા કેટલીક હદ સુધી અવરોધવા સંભવ છે.

જાતીય સમાગમ કે લૈંગિક ક્રિયા દ્વારા ગર્ભધારણની સંભાવના હંમેશાં રહે છે. ગર્ભધારણની અવસ્થામાં સ્ત્રીના શરીર તેમજ ભાવનાઓની માંગ તેમજ જરૂરિયાત વધી જાય છે. પરંતુ જો તે (સ્ત્રી) તેના માટે તૈયાર નથી તો આ ઘટનાથી તેના સ્વાસ્થ્ય પર વિપરીત અસર પડે છે. તેથી ગર્ભધારણ રોકવા માટેની અનેક રીતોની શોધ થયેલી છે. આ ગર્ભવિરોધી ઉપચારો અનેક પ્રકારના હોય છે. એક રીત કે પદ્ધતિ યાંત્રિક અવરોધની છે. જેમાં શુક્રકોષને અંડકોષ સુધી પહોંચવા દેવામાં આવતો નથી. શિશ્નને ઢાંકનારા નિરોધ અથવા યોનિમાં રાખી શકાય તેવાં અનેક સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. બીજી રીત કે પદ્ધતિમાં અંતઃસ્રાવોના સંતુલનમાં પરિવર્તનનું છે. જેમાં અંડપતનની ક્રિયા થતી નથી. તેથી ફલન થઈ શકતું નથી. આ દવાઓ સામાન્ય રીતે ગોળીના રૂપમાં લેવાય છે. પરંતુ આ (દવાઓ) અંતઃસ્રાવોના સંતુલિતને પરિવર્તિત કરે છે જેથી તેની કેટલીક વિપરીત અસર પણ થઈ શકે છે. ગર્ભધારણને રોકવા માટે કેટલીક અન્ય રીતો કે પદ્ધતિઓ છે જેવી કે આંકડી (Loop), કૉપર-T (Copper-T)ને ગર્ભાશયમાં સ્થાપિત કરીને પણ કરી શકાય છે. પરંતુ આ રીતમાં ગર્ભાશયના ઉત્તેજનથી પણ કેટલીક વિપરીત અસર થઈ શકે છે. પુરુષની શુક્રવાહિનીઓને અવરોધીને શુક્રકોષોનું સ્થળાંતરણ અટકાવવામાં આવે. સ્ત્રીની અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકાને અવરોધ ઉત્પન્ન કરીને અંડકોષને ગર્ભાશય સુધી જતો અટકાવવામાં આવે. બંને અવસ્થાઓમાં ફલન થતું નથી. શસ્ત્રક્રિયા (Surgery) તક્નિક દ્વારા આ પ્રકારના અવરોધ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. જોકે શસ્ત્રક્રિયાની તક્નિક ભવિષ્ય માટે સંપૂર્ણતઃ સુરક્ષિત છે. પરંતુ સાવચેતી વગર થયેલી શસ્ત્રક્રિયાથી સંક્રમણ અથવા બીજી અનેક સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. શસ્ત્રક્રિયાથી અવાંચ્છિત ગર્ભને દૂર પણ કરી શકાય છે. આ તક્નિકનો દુરુપયોગ તે લોકો દ્વારા થાય છે કે જેઓ કોઈ વિશિષ્ટ પ્રકારની જાતિના નવજાત શિશુને ઇચ્છતા નથી. એવા ગેરકાયદેસર કાર્ય ખાસ કરીને માદાગર્ભને પસંદગીપૂર્વક ગર્ભપાત હેતુ કરવામાં આવે છે. એક સ્વસ્થ સમાજ માટે, માદા-નર લિંગનો ગુણોત્તર જળવાઈ રહે તે આવશ્યક છે. જો આપણા દેશમાં ભ્રૂણનું લિંગપરિક્ષણ એક કાયદાકીય ગુનો છે. છતાં આપણા સમાજની કેટલીક જાતિઓમાં માદા ભ્રૂણની હત્યા નિર્દય રીતે થઈ રહી છે. તેથી આપણા દેશમાં શિશુ લિંગ ગુણોત્તર તીવ્રતાથી ઘટી રહ્યો છે જે ચિંતાનો વિષય છે.

આપણે પહેલાં જોયું કે પ્રજનન એક એવી ક્રિયા છે જેના દ્વારા સજીવ પોતાની વસ્તીની વૃદ્ધિ કરે છે. એક વસ્તીમાં જન્મદર તેમજ મૃત્યુદર તેના કદને નક્કી કરે છે. જનસંખ્યાનું વિશાળ કદ ઘણા લોકો માટે ચિંતાનો વિષય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે વધતી જતી વસ્તી કે જનસંખ્યાને કારણે પ્રત્યેક વ્યક્તિના જીવનસ્તરમાં સુધારણા લાવવી લગભગ અસંભવ કાર્ય છે. જો સામાજિક અસમાનતા આપણા સમાજનું નિમ્ન જીવનસ્તર માટે જવાબદાર છે તો વસ્તીનું કદ આ મહત્ત્વ એટલા માટે તુલનાત્મક રીતે ઓછું કે મર્યાદિત રાખવું જોઈએ. જો આપણે આપણી આસપાસ જોઈએ તો શું તમે જીવનના નિમ્ન સ્તર માટે જવાબદાર, સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ કારણોની ઓળખ કરી શકો છો ?

પ્રશ્નો

1. પરાગનયનની ક્રિયા એ ફલનની ક્રિયાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. શુક્રાશય તેમજ પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિની ભૂમિકા શું છે ?
3. યૌવનારંભના સમયે છોકરીઓમાં ક્યાં પરિવર્તનો જોવા મળે છે ?
4. માતાના શરીરમાં ગર્ભસ્થ ભ્રૂણને પોષણ કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે ?
5. જો કોઈ સ્ત્રી કૉપર-Tનો ઉપયોગ કરી રહી છે, તો શું આ તેને જાતીય સંક્રમિત રોગોથી રક્ષણ કરશે ?

તમે શીખ્યાં કે

- સજીવનાં જીવનને ટકાવી રાખવા માટે પ્રજનનની જરૂરિયાત અન્ય જૈવિક પ્રક્રિયાઓ જેટલી મહત્ત્વની નથી.
- પ્રજનન દ્વારા DNA પ્રતિકૃતિનું નિર્માણ તથા વધારાના કોષીય સંરચનાનું સર્જન થાય છે.
- વિવિધ સજીવો દ્વારા અપનાવાતી પ્રજનનની રીત તેમની શારીરિક સંરચના પર નિર્ભર કરે છે.
- ભાજનની રીત કે પદ્ધતિમાં જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) તેમજ પ્રજીવોના કોષો વિભાજિત થઈને બે અથવા વધારે સ્રાવકોષોનું નિર્માણ કરે છે.
- જો હાઇડ્રા જેવા સજીવોના શરીર ઘણા ટુકડાઓમાં ફેરવાય, તો પ્રત્યેક ભાગમાંથી પુનર્જનન દ્વારા નવો સજીવ વિકાસ પામે છે. આમાં કેટલીક કલિકાઓ ઊપસી આવીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે.
- કેટલીક વનસ્પતિઓમાં વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા મૂળ, પ્રકાંડ કે પર્ણોથી નવો છોડ વિકાસ પામે છે.
- ઉપર્યુક્ત અલિંગી પ્રજનનના ઉદાહરણ છે. જેમાં સંતતિની ઉત્પત્તિ એક એકલ સજીવ દ્વારા થાય છે.
- લિંગી પ્રજનનમાં સંતતિનું નિર્માણહેતુ બે સજીવ ભાગ લે છે.
- DNA, પ્રતિકૃતિની તક્નિકથી ભિન્નતા ઉત્પન્ન થાય છે જે જાતિના અસ્તિત્વ માટે લાભદાયક છે. લિંગી પ્રજનન દ્વારા વધારે ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે.
- સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં પ્રજનનક્રિયામાં પરાગરજ પરાગાશયમાંથી મુક્ત થઈને પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરિત થાય છે જેને પરાગનયન કહે છે. તેને અનુસરીને ફલન દર્શાવાય છે.
- યૌવનારંભમાં શરીરમાં અનેક પરિવર્તન આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે છોકરીઓમાં સ્તનનો વિકાસ અને છોકરાઓના ચહેરા પર નવા વાળ આવે છે, જે લૈંગિક પરિપક્વતાનાં ચિહ્નો છે.
- માનવમાં નર પ્રજનનતંત્રમાં શુક્રપિંડ, શુક્રવાહિની, શુક્રાશય, પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિ, મૂત્રમાર્ગ તથા શિશ્ન હોય છે. શુક્રપિંડ શુક્રકોષ ઉત્પન્ન કરે છે.
- માનવમાં માદા પ્રજનનતંત્રમાં અંડપિંડો, અંડવાહિનીઓ (ફેલોપિયન નલિકાઓ) ગર્ભાશય અને યોનિ આવેલી હોય છે.
- માનવમાં લિંગી પ્રજનન-પ્રક્રિયામાં શુક્રકોષોનું સ્ત્રીની યોનિમાં સ્થળાંતરણ થાય છે અને ફલન અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકામાં થાય છે.
- ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો ગર્ભધારણને અટકાવે છે. નિરોધ, ગર્ભનિરોધક ગોળીઓ, કૉપર-T અને અન્ય સાધનો તેનાં ઉદાહરણો છે.

સ્વાધ્યાય

M6H3W5

1. ......માં અલિંગી પ્રજનન કલિકા સર્જન દ્વારા થાય છે.

(a) અમીબા

(b) યીસ્ટ

(c) પ્લાઝમોડિયમ

(d) લેસ્માનિયા

2. નીચે આપેલ પૈકી કયું માનવના માદા પ્રજનનતંત્રનો ભાગ નથી ?

(a) અંડાશય

(b) ગર્ભાશય

(c) શુક્રવાહિકા

(d) અંડવાહિની

3. પરાગાશયમાં ...... હોય છે.

(a) વજ્રપત્ર

(b) અંડાશય

(c) સ્ત્રીકેસર

(d) પરાગરજ

4. અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનનથી શું લાભ થાય છે ?

5. માનવના શુક્રપિંડનું કાર્ય શું છે ?

6. ઋતુસ્રાવ શા માટે થાય છે ?

7. પુષ્પના આયામ છેદની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.

8. ગર્ભનિરોધનની વિવિધ રીતો કઈ છે ?

9. એકકોષીય તેમજ બહુકોષીય સજીવોની પ્રજનનપદ્ધતિમાં શું તફાવત છે ?

10. પ્રજનન કોઈ જાતિની વસ્તીની સ્થાયીતામાં કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે ?

11. ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો અપનાવવાના કયા કારણ હોઈ શકે છે ?

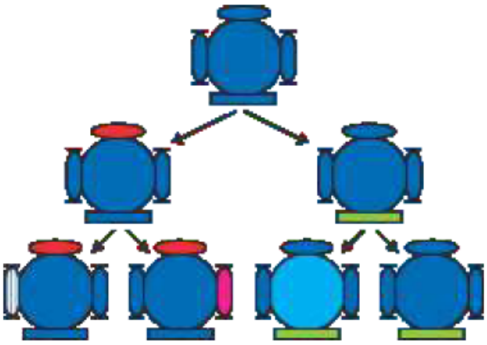
પ્રકરણ 9
આનુવંશિકતા અને ઉદ્‌વિકાસ (Heredity and Evolution)

આપણે જોયું કે પ્રજનન ક્રિયાઓ દ્વારા નવા સજીવ ઉત્પન્ન થાય છે, જે પિતૃને સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓ કેટલીક ભિન્નતા ધરાવતા હોય છે. આપણે એ પણ ચર્ચા કરી છે કે, અલિંગી પ્રજનનમાં પણ કેટલીક ભિન્નતાઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે. ઘણી સંખ્યામાં સફળ ભિન્નતાઓ લિંગી પ્રજનન દ્વારા જ પ્રાપ્ત થાય છે. જો આપણે શેરડીના ખેતરનું અવલોકન કરીએ તો આપણને વ્યક્તિગત વનસ્પતિઓમાં ખૂબ જ ઓછી ભિન્નતાઓ જોવા મળે છે. માનવ તેમજ મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ જે લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. આમાં વ્યક્તિગત સ્તરે અનેક ભિન્નતાઓ દૃશ્યમાન બને છે. આ પ્રકરણમાં આપણે તે ક્રિયાવિધિઓનો અભ્યાસ કરીશું જેના કારણે ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે અને આનુવંશિક બને છે. ભિન્નતાઓનો સંચય લાંબા સમય સુધી થનારી અનુવર્તી અસરનો અભ્યાસ અત્યંત રોચક છે અને ઉદ્‌વિકાસમાં આપણે તેનો અભ્યાસ કરીશું.

9.1 પ્રજનન દરમિયાન ભિન્નતાઓનું સંચયન (Accumulation of Variation During Reproduction)

પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતી પેઢીમાંથી આનુવંશિક સંતતિને એક આધારક શારીરિક બંધારણ (Design) તેમજ કેટલીક ભિન્નતાઓ પ્રાપ્ત થાય છે. હવે થોડુંક વિચારીએ કે આ નવી પેઢીના પ્રજનનનું પરિણામ શું બને છે ? જે બીજી પેઢીમાં પહેલી પેઢીથી આવતી ભિન્નતાઓ તેમજ કેટલીક નવી ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન કરશે.

આકૃતિ 9.1માં તે સ્થિતિને દર્શાવેલ છે કે જેમાં માત્ર સજીવ પ્રજનન કરે છે. જેમકે, અલિંગી પ્રજનનમાં થાય છે. જો એક જીવાણુ વિભાજિત થાય છે, તો પરિણામરૂપે બે જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) ઉત્પન્ન થાય છે. જે પુનઃવિભાજિત થઈને ચાર સ્વતંત્ર જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) ઉત્પન્ન કરે છે, જેમાં પરસ્પરમાં ઘણી વધારે સમાનતાઓ હોય છે. તેમાં પરસ્પર ખૂબ જ ઓછી ભિન્નતા હોય, જે DNA પ્રવૃત્તિ DNAનું સ્વયંજનનના સમયે ન્યૂનતમ ખામીઓને કારણે ઉત્પન્ન થઈ હશે. પરંતુ જો લિંગી પ્રજનન થાય તો વિવિધતા અપેક્ષિત અને વધારે હોય છે. તેના વિષયમાં આપણે આનુવંશિકતાના નિયમોની ચર્ચાના સમયે જોઈશું.



આકૃતિ 9.1

સફળતમ પેઢીઓમાં વિવિધતાનું સર્જન થાય છે. મૂળભૂત સજીવ ઉચ્ચતમ છે જેમાંથી વિકાસ થતો કહી શકાય જે બે સજીવ સમાન શરીરરચના ધરાવતા, પરંતુ થોડીક ભિન્નતા ધરાવે છે. તેમાંના પ્રત્યેકમાંથી બે સજીવનો વિકાસ તેના પછીની પેઢીમાં થાય છે. પ્રત્યેક ચાર સજીવ તલસ્થ ભૂમિમાં દર્શાવેલ છે. પ્રત્યેકમાં ભિન્નતા છે. જ્યારે આમાંની કેટલીક ભિન્નતા નિયત છે. અન્ય તેમના પિતૃઓમાંથી આનુવંશિક હોઈ શકે છે જેમાંથી પ્રત્યેક એકબીજાથી ભિન્ન છે

શું કોઈ જાતિમાં આ બધી ભિન્નતાઓની સાથે પોતાના પર્યાવરણમાં અસ્તિત્વ જાળવી રાખવાની સંભાવના એકસમાન છે ? નિશ્ચિતરૂપથી નથી. ભિન્નતાની પ્રકૃતિના આધારે વિવિધ સજીવોને વિવિધ પ્રકારનો લાભ થઈ શકે છે. ઉષ્ણતા કે તાપમાનને સહન કરવાની ક્ષમતાવાળા જીવાણુઓ (બૅક્ટેરિયા)ની વધારે ગરમીથી બચવાની સંભાવના વધારે હોય છે. તેની ચર્ચા

આપણે પહેલાં કરી ગયાં છીએ. પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ઉત્તમ ભિન્નતાની પરિવર્તનની પસંદગી જૈવિક વિકાસ ક્રિયાનો આધાર બને છે. જેની ચર્ચા આપણે આગળ કરીશું.

પ્રશ્નો

1. જો એક 'લક્ષણ-A' અલિંગી પ્રજનનવાળી વસ્તીમાં 10 % સભ્યોમાં જોવા મળે છે અને 'લક્ષણ-B' તેની વસ્તીમાં 60 % સજીવોમાં મળી આવે છે, તો કયું લક્ષણ પહેલા ઉત્પન્ન થાય છે ?
2. ભિન્નતાઓની ઉત્પત્તિ થવાથી કોઈ જાતિનું અસ્તિત્વ કેવી રીતે વધી જાય છે ?

9.2 આનુવંશિકતા (Heredity)

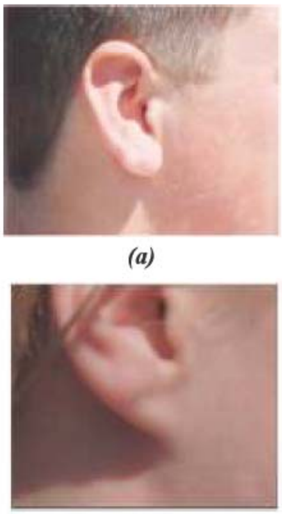
પ્રજનનક્રિયાનું સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પરિણામ નવી સંતતિના સજીવોની સમાન ડિઝાઈન કે બંધારણ હોવું તે છે. આનુવંશિકતાના નિયમમાં આ પ્રક્રિયાનું નિર્ધારણ કરે છે કે જેના દ્વારા વિવિધ લક્ષણો પૂર્ણ વિશ્વસનીયતાની સાથે વંશપરંપરાગત (આનુવંશિક) બને છે. આવો, આ નિયમોનો ધ્યાનપૂર્વક અભ્યાસ કરીએ.

9.2.1 આનુવંશિક લક્ષણો (Inherited Traits)

વાસ્તવમાં સમાનતા તેમજ ભિન્નતાઓનો આપણે શો અર્થ કરીએ છીએ ? આપણે જાણીએ છીએ કે, બાળકમાં માનવના બધા આધારભૂત લક્ષણ હોય છે છતાં પણ પૂર્ણસ્વરૂપે તેઓ પોતાના પિતૃઓ જેવા દેખાતા નથી અને માનવવસ્તીમાં આ ભિન્નતા સ્પષ્ટ દેખાઈ આવે છે.

પ્રવૃત્તિ 9.1

- તમારા વર્ગના બધા વિદ્યાર્થીઓના કાનનું અવલોકન કરો. એવા વિદ્યાર્થીઓની નોંધ બનાવો જેમના કર્ણપલ્લવ (Earlobe) સ્વતંત્ર છે અને જોડાયેલા છે (આકૃતિ 9.2). જોડાયેલા કર્ણપલ્લવવાળા વિદ્યાર્થીઓ તેમજ સ્વતંત્ર કર્ણપલ્લવ ધરાવતા વિદ્યાર્થીઓની ટકાવારીની ગણતરી કરો. પ્રત્યેક વિદ્યાર્થીના કર્ણપલ્લવના પ્રકારને તેમના પિતૃની સાથે મળીને જુઓ. આ અવલોકનના આધારે કર્ણપલ્લવ વંશાવલી કે આનુવંશિકતાના સંભવિત નિયમની સમજૂતી આપો.



(a) *(b)*

આકૃતિ 9.2

(a) મુક્ત કર્ણપલ્લવ (b) જોડાયેલ કર્ણપલ્લવ. કાનના તલસ્થ ભાગને કર્ણપલ્લવ કહે છે. જે આપણા કેટલાકના શીર્ષની સાથે જોડાયેલ હોય છે અને અન્યમાં જોડાયેલ હોતો નથી. મુક્ત અને જોડાયેલ કર્ણપલ્લવ બે વિવિધતા માનવ-વસ્તીમાં જોવા મળે છે.

9.2.2 આનુવંશિક લક્ષણો માટેના નિયમો – મૅન્ડલનું યોગદાન (Rules for the Inheritance of Traits – Mendel's Contributions)

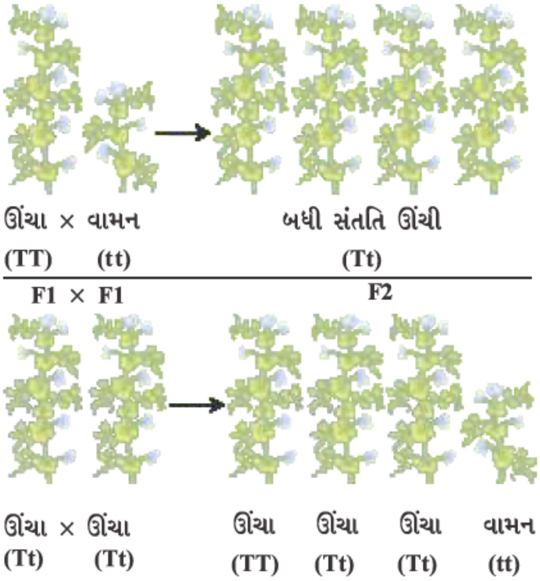
માનવમાં લક્ષણોની આનુવંશિકતાના નિયમો એ બાબત પર આધારિત છે કે માતા તેમજ પિતા બંને સમાન પ્રમાણમાં આનુવંશિક પદાર્થનું સંતતિ (બાળક)માં વહન કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે, પ્રત્યેક લક્ષણ પિતા અને માતાના DNAથી પ્રભાવિત હોઈ શકે છે. આમ, પ્રત્યેક લક્ષણ માટે પ્રત્યેક સંતતિમાં બે વિકલ્પ હોય છે. તો પછી સંતાન કે સંતતિમાં કયું લક્ષણ જોવા મળે છે ? મૅન્ડલ નામના વૈજ્ઞાનિકે આ પ્રકારના આનુવંશિકતાના કેટલાક મુખ્ય નિયમો પ્રસ્તુત કર્યા હતા. તેમના પ્રયોગો વિશે જાણવું અત્યંત રોચક છે કે જે તેમણે લગભગ શતાબ્દીથી પણ પહેલાં કર્યા હતા.

ગ્રૅગર જોહન મૅન્ડલ (1822-1884)

મૅન્ડલે પ્રાથમિક શિક્ષણ એક ગિરજાઘર (Monastery) કે દેવળમાં લીધું હતું અને તેઓ વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતના અભ્યાસ માટે વિએના વિશ્વવિદ્યાલય ગયા હતા. અધ્યાપનના સર્ટિફિકેટની પરીક્ષામાંની નિષ્ફળતા તેમની વૈજ્ઞાનિક શોધની પ્રવૃત્તિને દબાવી શક્યા નહિ. તેઓ તેમના દેવળમાં પાછા ફર્યા અને વટાણા પર પ્રયોગો કરવાનો પ્રારંભ કર્યો. તેમના પહેલાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ વટાણા તેમજ અન્ય સજીવો પર આનુવંશિક લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો હતો. પરંતુ મૅન્ડલે પોતાના વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતીય જ્ઞાનને સંમિશ્રિત કર્યું. તેઓ પહેલાં વૈજ્ઞાનિક હતા જેમણે પ્રત્યેક પેઢીના એક–એક છોડ દ્વારા અભિવ્યક્ત લક્ષણોની નોંધ રાખી હતી અને તેમની ગણતરી કરી હતી. જેનાથી તેમને આનુવંશિકતાના નિયમોને મેળવવામાં મદદ મળી જેની આ પ્રકરણમાં મુખ્યત્વે આપણે ચર્ચા કરેલી છે.

મૅન્ડલે વટાણાના છોડના અનેક વિરોધાભાસી લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો કે જે સ્થૂળ સ્વરૂપે દેખાઈ આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ગોળાકાર બીજ–ખરબચડા બીજ, ઊંચો છોડ–નીચો છોડ, સફેદ પુષ્પ–જાંબલી પુષ્પ વગેરે. તેમણે ભિન્ન લક્ષણોવાળા વટાણાના છોડને લીધા. જેમકે ઊંચો છોડ અને નીચો છોડ. તેનાથી પ્રાપ્ત બાળપેઢીમાં ઊંચા તેમજ નીચા છોડની ટકાવારીની ગણતરી કરી.

પ્રથમ બાળપેઢી અથવા F_1 પેઢીમાં કોઈ પણ છોડ મધ્યમ ઊંચાઈના ન હતા. બધા જ છોડ ઊંચા હતા. આનો અર્થ એ થાય કે બે લક્ષણોમાંથી માત્ર એક જ પિતૃ લક્ષણ જોવા મળે છે. આ બંને લક્ષણોની મિશ્ર અસર પણ જોવા મળતી નથી. તો હવે પછીનો પ્રશ્ન એ થાય કે શું F_1 પેઢીના બધા જ છોડ પોતાના પિતૃની જેમ ઊંચા છોડ પૂર્ણ રીતે સમાન હતા ? મૅન્ડલના પ્રયોગોમાં બે પ્રકારનાં પિતૃક લક્ષણો ધરાવતા છોડ તેમજ F_1 પેઢીના બધા જ છોડ સ્વપરાગનયન દ્વારા ઉગાડવામાં આવ્યા હતા. પૈતૃક પેઢીના છોડથી પ્રાપ્ત બધી સંતતિ પણ ઊંચા છોડની હતી. પરંતુ F_1 પેઢીના ઊંચા છોડની બીજી પેઢી એટલે કે F_2 પેઢીના બધા છોડ ઊંચા હોતા નથી. એટલે કે તેમાંના $\frac{1}{4}$ સંતતિ નીચા છોડની હતી. આ દર્શાવે છે કે F_1 પેઢીના છોડ દ્વારા ઊંચા તેમજ નીચાપણા બંને લક્ષણોનું વહન થયું હતું. પરંતુ માત્ર ઊંચાપણાનું લક્ષણ જ વ્યક્ત કે અભિવ્યક્ત થઈ શક્યું હતું. આમ, લિંગી પ્રજનન કે પરફલન દ્વારા ઉત્પન્ન થનારા સજીવોમાં કોઈ પણ લક્ષણની બે પ્રતિકૃતિઓ કે બે કારકો હોય છે જે આનુવંશિકતામાં વહન પામે છે. આ બંને એક–સમાન હોઈ શકે છે અથવા બંને ભિન્ન પણ હોઈ શકે છે. જે તેમના પિતૃઓ પર નિર્ભર કરે છે. આ પરિકલ્પનાને આધારે આનુવંશિકતાની એક રીત આકૃતિ 9.3માં દર્શાવેલ છે.



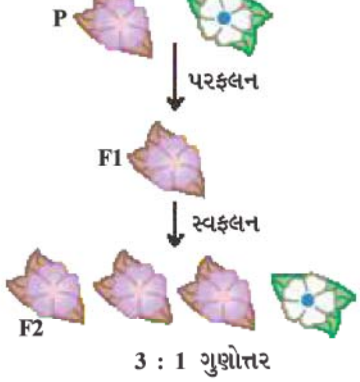
આકૃતિ 9.3
બે પેઢી સુધી લક્ષણોની આનુવંશિકતા

પ્રવૃત્તિ 9.2

- આકૃતિ 9.3માં આપણે કયો પ્રયોગ કરીએ છીએ. જેનાથી તે સુનિશ્ચિત થાય છે કે F_2 પેઢીમાં વાસ્તવમાં TT, Tt અને ttનું સંયોજન 1:2:1નું ગુણોત્તર પ્રમાણ પ્રાપ્ત થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં 'TT' તેમજ 'Tt' બંને છોડ ઊંચા છે જ્યારે માત્ર 'tt' ધરાવતો નીચો છોડ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો 'T' એકલા છોડને ઊંચા બનાવવા માટે પર્યાપ્ત છે જ્યારે નીચાપણા માટે 't'ના બંને વિકલ્પ કારકો જોઈએ છે. 'T' ધરાવતા લક્ષણને 'પ્રભાવી' લક્ષણ કહેવાય છે જ્યારે જે લક્ષણ 't' સાથે સંકળાયેલ છે તેને અપ્રભાવી કે પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કહેવાય છે. આકૃતિ 9.4માં કયું લક્ષણ પ્રભાવી છે અને કયું લક્ષણ પ્રચ્છન્ન છે ?

જ્યારે વટાણાના બે છોડમાં એક વિકલ્પી જનીનયુગ્મને સ્થાને બે વિકલ્પી જનીન–યુગ્મોનો અભ્યાસ કરવા માટે સંકરણ કરાવવામાં આવે તો શું થશે ? પીળો રંગ અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા છોડનું જો લીલો રંગ અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા છોડની સાથે સંકરણ કરાવવામાં આવે તો પ્રાપ્ત સંતતિ કેવી હોય ? F_1 પેઢીના બધા છોડ પીળા રંગ અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હશે. આમ, પીળો રંગ અને ગોળાકાર બીજ પ્રભાવી લક્ષણ છે. પરંતુ જ્યારે F_1 સંતતિના છોડ વચ્ચે સ્વફલનથી F_2 પેઢીની સંતતિ પ્રાપ્ત થાય તો શું થાય છે ? મૅન્ડલ દ્વારા કરવામાં આવેલા પહેલા પ્રયોગને આધારે આપણે કહી શકીએ કે, F_2 સંતતિના કેટલાક છોડ પીળા રંગના ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય અને કેટલાક છોડ લીલા રંગના અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા હોય. પરંતુ F_2 પેઢીની સંતતિના કેટલાક છોડ નવું સંયોજન અભિવ્યક્ત કરે છે. તેમાંથી કેટલાક છોડ પીળા રંગના અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા અને કેટલાક છોડ લીલા રંગના ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય છે. આમ, પીળા રંગનું અને લીલા રંગનું લક્ષણ અને ગોળાકાર બીજ અને ખરબચડા બીજનું લક્ષણ સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા પામે છે. એક વધુ ઉદાહરણ આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ છે.



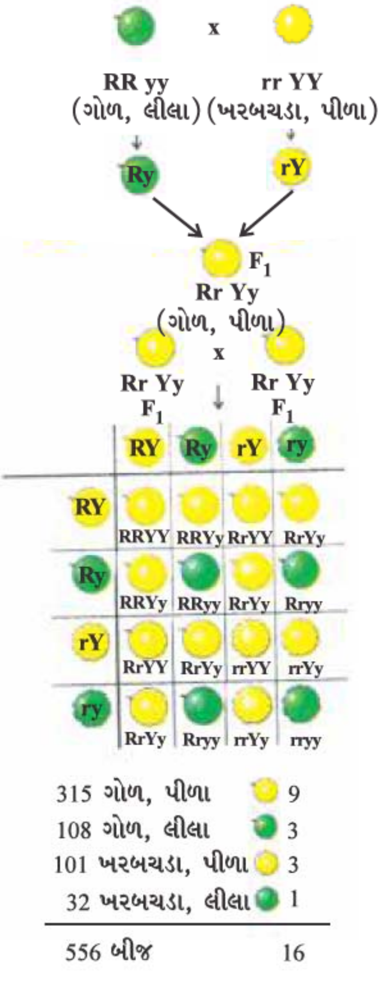
આકૃતિ 9.4

9.2.3 આ લક્ષણો પોતાની જાતે કેવી રીતે અભિવ્યક્ત થાય છે ?

(How do these Traits get Expressed ?)

આનુવંશિકતાની કાર્યવિધિ કેવી રીતે થાય છે ? કોષીય DNA એ કોષમાં આવેલ પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટેની માહિતી સ્રોત આપે છે. DNAનો તે ભાગ જેમાં કોઈ પ્રોટીન માટે સૂચના હોય છે, તે પ્રોટીનનો જનીન કહેવાય છે. (તે સૂચના સાંકેતિક ભાષામાં હોય તે જનીન). પ્રોટીન વિવિધ લક્ષણોની અભિવ્યક્તિને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરે છે ? તેની આપણે અહીંયાં ચર્ચા કરીએ. આવો, વનસ્પતિ કે છોડની ઊંચાઈના એક લક્ષણનું ઉદાહરણ લઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વનસ્પતિઓમાં કેટલાક અંતઃસ્રાવો હોય છે, જે ઊંચાપણાનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, કોઈ છોડના ઊંચાપણામાં આવેલા તે અંતઃસ્રાવના પ્રમાણ પર નિર્ભર કરે છે. વનસ્પતિના અંતઃસ્રાવનું પ્રમાણ તેની ક્રિયાની કાર્યક્ષમતા પર નિર્ભર કરે છે. જેના દ્વારા તેની ઊંચાઈ નક્કી થાય છે. ઉત્સેચક આ ક્રિયા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. જો આ ઉત્સેચક કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરે તો અંતઃસ્રાવ પર્યાપ્ત માત્રામાં નિર્માણ થાય અને છોડ ઊંચો થાય છે. જો આ પ્રોટીનના જનીનમાં કોઈ પરિવર્તન આવે છે, તો નિર્માણ પામનારા પ્રોટીનની કાર્યક્ષમતા પર અસર પડે છે. તેની કાર્યક્ષમતા ઘટે છે. આમ, જો નિર્માણ પામનારા અંતઃસ્રાવની માત્રા પણ ઓછી થાય તો છોડ નીચો બને છે. આમ જનીનો, લક્ષણો (Traits)ને નિયંત્રિત કરે છે.

મૅન્ડલના પ્રયોગોનું અર્થઘટનને સમજવા જેની આપણે ચર્ચા કરી રહ્યા હતા તે સાચું છે કે જો જેની ચર્ચા આપણે અગાઉના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. લિંગી પ્રજનન દરમિયાન સંતતિના DNAમાં બંને પિતૃનું સમાન રીતે યોગદાન હોય છે. જો બંને પિતૃઓ, સંતતિનાં લક્ષણોનું નિર્ધારણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે તો બંને પિતૃઓ એક જ જનીનની એક પ્રતિકૃતિ સંતતિને આપે છે. આનો અર્થ એ થાય કે વટાણાના પ્રત્યેક છોડમાં બધા જનીનોના બે સેટ્સ (યુગ્મ) હોય. પ્રત્યેક પિતૃ તરફથી એક સેટની આનુવંશિકતા થાય છે. આ રીતને સફળ કરવા માટે પ્રત્યેક પ્રજનનકોષમાં જનીનનો માત્ર એક જ સેટ હોય છે.



આકૃતિ 9.5
બીજના આકાર અને રંગ બે લક્ષણોની સ્વતંત્ર આનુવંશિકતા

જ્યારે સામાન્ય વાનસ્પતિક કોષ/દૈહિક કોષમાં જનીનના સેટની બે પ્રતિકૃતિઓ (Copies) હોય છે. તો પછી જનનકોષમાં તેનો એક સેટ કેવી રીતે બને છે ? જો સંતતિ છોડ (બાળ છોડને) પિતૃ છોડથી સંપૂર્ણ જનીનોનો એક પૂર્ણ સેટ પ્રાપ્ત થાય છે તો આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ પ્રયોગ સફળ થઈ શકતો નથી. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બે લક્ષણ 'R' અને 'y' સેટમાં એકબીજાથી

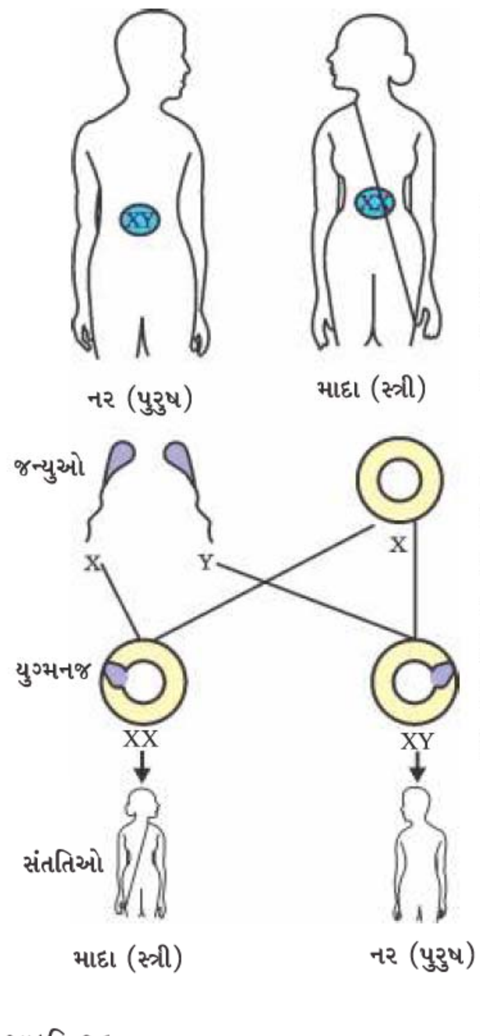
સંલગ્ન રહે છે તથા સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા દર્શાવી શકતા નથી. તેથી આ સત્યને આધારે સમજી શકાય છે કે વાસ્તવમાં એક જનીન સેટ માત્ર એક DNA શૃંખલાના રૂપમાં ન હોતા DNAની અલગ-અલગ સ્વતંત્રરૂપે શૃંખલારૂપે હોય છે. જેમાંથી પ્રત્યેકને એક રંગસૂત્ર કહેવાય છે. આમ, પ્રત્યેક કોષમાં પ્રત્યેક રંગસૂત્રની બે પ્રતિકૃતિઓ હોય છે. જેમાંથી એક નર તથા બીજી માદા પિતૃ તરફથી પ્રાપ્ત થયેલી હોય છે. પ્રત્યેક પિતૃકોષ (પૈતૃક અથવા માતૃક)થી રંગસૂત્રની પ્રત્યેક જોડમાં માત્ર એક રંગસૂત્ર જ એક જનનકોષમાં આવે છે જ્યારે બે જનનકોષોના સંલયન કે ફલન થવાથી નિર્માણ પામેલા યુગ્મનજમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા પુનઃ સામાન્ય થઈ જાય છે અને સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા નિશ્ચિત જળવાઈ રહે છે. જે જાતિના DNAની સ્થાયીતાને સુનિશ્ચિત કરે છે. આનુવંશિકતાની આ ક્રિયાવિધિથી મૅન્ડલના પ્રયોગોના પરિણામને સમજી શકાય છે. તેનો ઉપયોગ લિંગી પ્રજનન કરનારા બધા સજીવો કરે છે. પરંતુ અલિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં પણ આનુવંશિકતાના આ નિયમોનું પાલન થાય છે. શું આપણે જાણી શકીએ કે તેમાં આનુવંશિકતા કેવી રીતે થાય છે ?

9.2.4 લિંગનિશ્ચયન (Sex Determination)

આપણે એ વાતની ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેનારા બંને એકલ સજીવ કોઈ ને કોઈ બાબતમાં એકબીજાથી ભિન્ન હોય છે. જેનાં ઘણાં કારણો છે. નવજાત શિશુના લિંગ કેવી રીતે નક્કી થાય છે ? ભિન્ન-ભિન્ન જાતિ તેના માટે ભિન્ન-ભિન્ન રીત અપનાવે છે. કેટલાક પૂર્ણતઃ પર્યાવરણ પર આધારિત હોય છે. કેટલાંક પ્રાણીઓમાં લિંગનિશ્ચયન ફલિત અંડકોષના તાપમાન પર આધારિત હોય છે કે સંતતિ કે બાળપેઢી નર હશે કે માદા. સ્નેઇલ (ગોકળ ગાય) જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પોતાનું લિંગ બદલી શકે છે. જે એ વાતનો સંકેત છે કે તેમાં લિંગનિશ્ચયનની ક્રિયા આનુવંશિક નથી. પરંતુ માનવમાં લિંગનિશ્ચયન આનુવંશિકતા પર આધાર રાખે છે. બીજા શબ્દોમાં પિતૃ સજીવોમાંથી આનુવંશિકતા પામેલ જનીન જ આ વાતનો નિર્ણય કરે છે કે બાળપેઢી કે સંતતિ છોકરો હશે કે છોકરી. પરંતુ અત્યાર સુધી એમ માનતા રહ્યા છીએ કે બંને પિતૃઓમાંથી એક જ જેવા જનીન સેટ સંતતિમાં આવે છે. જો આ સાશ્વત નિયમ છે તો પછી લિંગનિશ્ચયન આનુવંશિક કેવી રીતે હોઈ શકે છે ?

તેને સમજવા માટે એ સત્ય છે કે માનવનાં બધાં જ રંગસૂત્રો સંપૂર્ણ રીતે યુગ્મ હોતાં નથી. માનવમાં મોટા ભાગનાં રંગસૂત્રો માતા અને પિતાનાં રંગસૂત્રોના પ્રતિકૃતિ સ્વરૂપે હોય છે. તેની સંખ્યા 22 જોડ છે, પરંતુ યુગ્મ જેને લિંગી રંગસૂત્ર કહે છે. જે હંમેશાં સંપૂર્ણ યુગ્મમાં હોતું નથી. સ્ત્રીમાં રંગસૂત્રનું પૂર્ણ યુગ્મ હોય છે અને બંને રંગસૂત્રોને 'X' કહેવાય છે. પરંતુ પુરુષ (નર)માં આ જોડી પરિપૂર્ણ કે સંપૂર્ણ જોડમાં નથી. જેમાં એક રંગસૂત્ર સામાન્ય આકારનું 'X' હોય છે અને બીજું રંગસૂત્ર નાનું હોય છે જેને 'Y' રંગસૂત્ર કહે છે. આમ, સ્ત્રીઓમાં 'XX' પુરુષમાં 'XY' રંગસૂત્ર હોય છે. શું હવે આપણે X અને Y રંગસૂત્રની આનુવંશિકતાની રીત કે પદ્ધતિનો ખ્યાલ મેળવી શકીએ છીએ ?

જેમકે આકૃતિ 9.6માં દર્શાવેલ છે. સામાન્ય રીતે અડધાં બાળકો છોકરા તેમજ અડધાં બાળકો છોકરી હોઈ શકે છે. બધાં બાળકો, જે છોકરા કે છોકરીઓ હોઈ શકે છે તે પોતાની માતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર મેળવે છે. આમ, બાળકોના લિંગ-નિશ્ચયનનો આધાર તેના પર રહેલો છે કે તેઓ તેમના પિતા તરફથી કયા પ્રકારનું રંગસૂત્ર પ્રાપ્ત કરે છે. જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર આનુવંશિકતાની દૃષ્ટિએ પ્રાપ્ત થશે તે છોકરી તેમજ જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'Y' રંગસૂત્ર આનુવંશિકતાની દૃષ્ટિએ પ્રાપ્ત થશે તે છોકરો બને છે.



આકૃતિ 9.6
માનવમાં લિંગનિશ્ચયન

પ્રશ્નો

1. મૅન્ડલના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજી શકાય કે લક્ષણ પ્રભાવી અથવા પ્રચ્છન્ન હોય છે ?
2. મૅન્ડલના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજી શકાય કે વિવિધ લક્ષણો સ્વતંત્ર રીતથી આનુવંશિક હોય છે ?
3. એક પુરુષ જેનું રુધિરજૂથ A છે તે એક સ્ત્રી કે જેનું રુધિરજૂથ O છે તેની સાથે લગ્ન કરે છે. તેમની પુત્રીનું રુધિરજૂથ O છે. શું આ વિધાન પર્યાપ્ત છે કે જો તમને કહેવામાં આવે કે કયાં વિકલ્પ, રુધિરજૂથ A અથવા Oના પ્રભાવી લક્ષણ માટે છે ? તમારા જવાબનું સ્પષ્ટીકરણ આપો.
4. માનવના બાળકનું લિંગનિશ્ચયન કેવી રીતે થાય છે ?

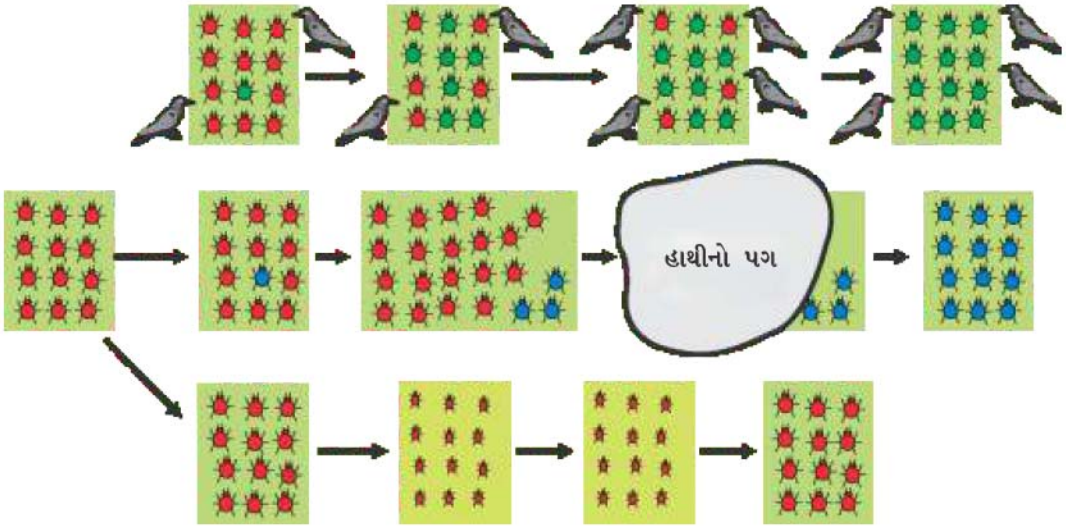
9.3 ઉદ્‌વિકાસ (Evolution)

આપણે જોયું કે પ્રજનનક્રિયા દરમિયાન ભિન્નતાની પ્રવૃત્તિ, આંતર સંરચનાકીય બને છે જે DNAની પ્રતિકૃતિમાં ત્રુટિઓ અને લિંગી પ્રજનન દરમિયાન બંનેમાં ઉદ્‌ભવે છે. આવો, આપણે આ પ્રવૃત્તિનાં કેટલાંક પરિણામોનો અભ્યાસ કરીએ.

T7N8S7

9.3.1 એક દૃષ્ટાંત/એક ઉદાહરણ (An Illustration)

વિચારો કે 12 લાલ ભમરાઓ (Beetles)નો એક સમૂહ છે, તે લીલાં પર્ણોવાળી ઝાડીઓ (પર્ણોની ગીચતાવાળો પ્રદેશ)માં રહે છે. તેમની વસ્તી લિંગી પ્રજનન દ્વારા વૃદ્ધિ કરે છે જે જનીનિક વિભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. આપણે તેની પણ કલ્પના કરીએ કે, કાગડાઓ ભમરાઓને ખાઈ જાય છે. કાગડા જેટલા પણ ભમરાઓને ખાઈ જશે તેટલા ભમરા પ્રજનન માટે ઓછા પ્રાપ્ત થશે. હવે, આપણે અન્ય પરિસ્થિતિઓની કલ્પના કરીએ (આકૃતિ 9.7). જે આ ભમરાઓની વસ્તીમાં વિકાસ પામી શકે છે.



આકૃતિ 9.7 વસ્તીમાં વૈવિધ્ય–આનુવંશિતા અને અન્ય તંત્ર

પહેલી સ્થિતિમાં, પ્રજનન દરમિયાન એક રંગની વિભિન્નતાનો ઉદ્‌ભવ થયો છે. જેથી, વસ્તીમાં લાલ રંગ સિવાયનો એક લીલો ભમરો દેખાય છે. લીલો ભમરો પોતાનો રંગ પોતાના સંતાનમાં આનુવંશિકતાના આધારે દાખલ કરે છે. જેના કારણે તેની બધી સંતતિનો રંગ લીલો હોય છે. કાગડાઓ લીલાં પર્ણોની ગીચતામાં લીલા ભમરાને જોઈ શકતા નથી. આમ, તેઓને ખાઈ પણ શકતા નથી. (કારણ કે લીલાં પર્ણો સાથે રહેલા લીલા ભમરા ઓળખી શકતા નથી.). હવે, શું થાય છે ? લીલા

ભમરાની સંતતિનો શિકાર થતો નથી જ્યારે લાલ ભમરાની સંતતિનો સતત શિકાર થતો રહે છે. પરિણામ સ્વરૂપે, ભમરાઓની વસ્તીમાં લાલ ભમરાઓની તુલનામાં લીલા ભમરાઓની સંખ્યા વધી જાય છે.

બીજી પરિસ્થિતિમાં પ્રજનન સમયે એક રંગની ભિન્નતાનો ઉદ્ભવ થાય છે, પરંતુ આ સમયે ભમરાનો રંગ લાલ થવાની જગ્યાએ વાદળી બને છે. આ ભમરો પણ પોતાના રંગની અલગ પેઢીની આનુવંશિકતા દર્શાવી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે આ ભમરાની બધી સંતતિ વાદળી રંગની હોય છે. કાગડા વાદળી અને લાલ રંગના ભમરાઓને લીલાં પર્ણોમાં સરળતાથી ઓળખી શકે છે અને તેઓનો શિકાર કરે છે. શરૂઆતમાં શું થાય છે ? વસ્તીનું કદ જેમ–જેમ વધતું જાય છે તેમાં ખૂબ જ ઓછા વાદળી ભમરા હોય છે, પરંતુ મોટા ભાગના લાલ રંગના ભમરા હોય છે. પરંતુ આ સ્થિતિમાં એક હાથી ત્યાં આવે છે અને તે ઝાડીઓને વેરવિખેર કરી નાંખે છે. જેમાંથી કેટલાક ભમરા બચી જાય છે અને ઘણાબધા ભમરા મરી જાય છે. સંજોગોવશાત્ કેટલાક વાદળી ભમરા બચી જાય છે. જેથી તેમની વસ્તી ધીમે–ધીમે વધતી જાય છે, જેથી આમ વસ્તીમાં મોટા ભાગના ભમરા વાદળી હોય છે.

તે સ્વાભાવિક છે કે બંને પરિસ્થિતિઓમાં દુર્લભ ભિન્નતા હતી. સમયના અંતરાલમાં એક સામાન્ય લક્ષણ બની ગયું. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આનુવંશિકતા લક્ષણની પેઢીઓમાં આવૃત્તિમાં પરિવર્તન આવે છે. કારણ કે જનીન જ લક્ષણોનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે કોઈ પણ વસ્તીમાં કેટલાંક જનીનોની આવૃત્તિ અમુક પેઢીઓમાં બદલાઈ જાય છે એટલે કે તેમાં પરિવર્તન આવે છે. આ જ જૈવ ઉદ્વિકાસની પરિકલ્પનાનો સાર છે.

પરંતુ બંને પરિસ્થિતિઓમાં કેટલીક રસપ્રદ ભિન્નતા કે ભેદ પણ છે. પ્રથમ પરિસ્થિતિમાં ભિન્નતા એક સામાન્ય ભિન્નતા બનેલી છે કારણ કે તેમાં ઉત્તર જીવિતતાના લાભની સ્થિતિ હતી. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આ એક પ્રાકૃતિક પસંદગી હતી. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, પ્રાકૃતિક પસંદગી કાગડાઓ દ્વારા થઈ હતી. જેટલા વધારે કાગડા હશે તેટલા વધારે લાલ ભમરાઓનો શિકાર થશે અને વસ્તીમાં લીલા ભમરાઓનો ગુણોત્તર કે સંખ્યા વધતી જશે. આમ, પ્રાકૃતિક પસંદગી ભમરાની વસ્તીમાં થતા વિકાસની તરફ જઈ રહી છે. આ ભમરાની વસ્તીમાં અનુકૂળતા દર્શાવી રહી છે કે જેનાથી વસ્તી પર્યાવરણમાં સારી રીતે રહી શકે છે.

બીજી પરિસ્થિતિમાં, રંગ–પરિવર્તનથી અસ્તિત્વ માટે કોઈ લાભ મળ્યો નહિ ! વાસ્તવમાં આ માત્ર સંજોગોવશાત્ થયેલી એક દુર્ઘટનાનું કારણ છે કે એક રંગના ભમરાની વસ્તી બચી જાય છે, જેથી વસ્તીનું સ્વરૂપ બદલાઈ જાય છે. જો ભમરાની વસ્તીનું કદ વધારે મોટું હોત તો હાથીના પગનો તેના પર કોઈ પ્રભાવ પડતો નથી. આમ, નાની વસ્તીમાં દુર્ઘટનાઓ કોઈ પણ જનીનની આવૃત્તિને પ્રભાવિત કરી શકે છે. જ્યારે તેમની ઉત્તર જીવિતતા માટે કોઈ લાભ થતો નથી. આ એક આનુવંશિક અપવાદનો સિદ્ધાંત છે જે કોઈ પણ અનુકૂલન વગર પણ ભિન્નતા ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

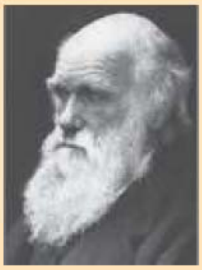
હવે, ત્રીજી પરિસ્થિતિને જુઓ, તેમાં ભમરાની વસ્તી વધવાની શરૂઆત કરે છે, ઝાડીઓમાં વનસ્પતિને રોગ લાગી જાય છે. ભમરાઓ માટે પર્ણો ઓછાં થઈ જાય છે. પરિણામે ભમરાને અલ્પ પોષણ પ્રાપ્ત થાય છે. ભમરાના સરેરાશ જૈવભારમાં તુલનાત્મક રીતે ઊણપ આવે છે. કેટલાંક વર્ષો પછી આવી રોગગ્રસ્ત સ્થિતિમાં પણ ભમરાઓની કેટલીક પેઢીઓ જળવાઈ રહે છે. આ ઉપરાંત જ્યારે વનસ્પતિઓમાં રોગ સમાપ્ત થઈ જાય છે અને ખોરાકની પર્યાપ્ત માત્રા પ્રાપ્ય બને છે ત્યારે ભમરાના જૈવભારમાં શું પરિવર્તન આવશે ? તેના પર વિચાર કરો.

9.3.2 ઉપાર્જિત તેમજ આનુવંશિક લક્ષણો (Acquired and Inherited Traits)

આપણે પહેલાં ચર્ચા કરી ચૂક્યાં છીએ કે લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં જનનકોષો વિશિષ્ટ પ્રકારની જનન અધિચ્છદ પેશીઓમાં નિર્માણ પામે છે. જો ખોરાકના કે પોષણના કારણે ભમરાના શરીરના જૈવભારમાં ઘટાડો આવે તો તેમના પ્રજનન કે જનનકોષોના DNAના સંગઠન કે સંયોજનમાં કોઈ પણ અસર પડતી નથી. આમ, પોષણના કારણે જો વસ્તીમાં કેટલાક ભમરા ઓછા જૈવભારવાળા હોય તોપણ તેમના વિકાસની સંજ્ઞા આપી શકતા નથી. તેનું મુખ્ય કારણ આ લક્ષણની આનુવંશિકતા હોતી નથી. દૈહિક પેશીઓમાં લિંગી કોષોના DNAમાં દાખલ થઈ શકતા નથી. કોઈ વ્યક્તિના જીવનકાળમાં પ્રાપ્ત કરેલ અનુભવ જનીનકોષોના DNAમાં કોઈ તફાવત લાવી શકતો નથી. એટલા માટે જ આને પણ જૈવ ઉદ્‌વિકાસ કહી શકાય નહિ.

આવો, પ્રાપ્ત કરેલ અનુભવ/લક્ષણ જૈવક્રિયા દ્વારા આગળની પેઢીમાં આનુવંશિક હોતાં નથી તે એક પ્રયોગ દ્વારા સમજીએ. જો આપણે પૂંછડીવાળા ઉંદરોનું સંવર્ધન કરીએ તો તેની આગળની પેઢીની સંતતિને પણ પૂંછડી હશે એવું આપણે અનુમાન કરીએ છીએ. હવે જો આ ઉંદરોની પૂંછડીને કેટલીક પેઢીઓ સુધી કાપતા રહીએ તો શું આ ઉંદરો દ્વારા પૂંછડી વગરની સંતતિ પ્રાપ્ત થઈ શકે ? તેનો જવાબ છે ના. જે સ્વાભાવિક પણ છે કારણ કે પૂંછડી કાપવાથી જનન કોષોના જનીન પર કોઈ પ્રભાવ પડતો નથી.

ચાર્લ્સ રોબર્ટ ડાર્વિન (1809-1882)



ચાર્લ્સ ડાર્વિન જ્યારે 22 વર્ષના હતા ત્યારે તેમણે સાહસિક સમુદ્રી યાત્રા કરી હતી. પાંચ વર્ષોમાં તેઓએ દક્ષિણ અમેરિકા અને તેનાં વિવિધ દ્વીપો (ટાપુઓ)ની યાત્રા કરી હતી. આ યાત્રાનો ઉદ્દેશ પૃથ્વી પર જૈવ વિવિધતાના સ્વરૂપ વિશે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાનો હતો. તેમની આ યાત્રાએ જૈવ વિવિધતાના વિષયને તે સમયના પ્રાપ્ય દૃષ્ટિકોણને હંમેશને માટે પરિવર્તિત કરી નાંખ્યો. એ પણ અત્યંત રસપ્રદ છે કે ઇંગ્લૅન્ડ પાછા આવ્યા બાદ તેઓ ફરી કોઈ અન્ય તરફ યાત્રા પર ગયા નહિ. તેઓ ઘર પર જ રહ્યા હતા અને તેમણે અનેક પ્રયોગો કર્યા હતા જેના આધારે તેઓએ પોતાની પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ ઉદ્‌વિકાસના પોતાના સિદ્ધાંતની પરિકલ્પનાની રજૂઆત કરી હતી. તેઓ એ પણ જાણતા ન હતા કે કઈ ક્રિયા દ્વારા જાતિમાં ભિન્નતાઓ આવે છે. તેઓને મૅન્ડલના પ્રયોગોનો લાભ મળ્યો હતો, પરંતુ આ બંને વ્યક્ત-વૈજ્ઞાનિકો ન તો એકબીજાને ઓળખતા હતા ન તો તેઓના કાર્યના વિષયમાં જાણતા હતા !

આપણે ડાર્વિનને તેમના જૈવ ઉદ્‌વિકાસવાદને કારણે જ જાણીએ છીએ. પરંતુ તેઓ એક પ્રકૃતિશાસ્ત્રી પણ હતા અને તેમની એક શોધ, ભૂમિની ફળદ્રુપતા જાળવી રાખવામાં, અળસિયાની ભૂમિકાના વિષયમાં હતી.

આનુવંશિકતા તેમજ વારસાનુગમન (જનીનવિદ્યા) જેની ચર્ચા આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ, જેનું જ્ઞાન જૈવ ઉદ્‌વિકાસવાદને સમજવા માટે જરૂરી છે. આ કારણે જ ઓગણીસમી સદીમાં પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ ઉદ્‌વિકાસનો સિદ્ધાંત આપનાર ચાર્લ્સ ડાર્વિન પણ આની ક્રિયાવિધિનું સંશોધન કરી શક્યા નહિ. તેઓ નિશ્ચિતપણે એવું કરી શકત જો તેઓ તેમના સમકાલીન ઑસ્ટ્રિયન ગ્રેગર મૅન્ડલના પ્રયોગોના મહત્ત્વને જાણતા હોત. મૅન્ડલ પણ ડાર્વિનના સિદ્ધાંતોથી અજાણ હતા.

પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિ

ડાર્વિનના સિદ્ધાંતે આપણને સમજાવ્યું કે પૃથ્વી પર સરળ સજીવોમાંથી જટિલ સ્વરૂપવાળા સજીવોનો વિકાસ કેવી રીતે થયો. મૅન્ડલના પ્રયોગોથી આપણે એક પેઢીમાંથી બીજી પેઢીમાં લક્ષણો કેવી રીતે ઊતરી આવે છે તેની કાર્યવિધિ વિશેની જાણકારી આપી. પરંતુ બંને જણા એ સમજાવવામાં અસમર્થ રહ્યા કે પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ એટલે કે સૌપ્રથમ જીવનો પૃથ્વી પર આર્વિભાવ (ઉદ્‌ભવ) કેવી રીતે થયો ?

શું તમે જાણો છો ?

એક બ્રિટિશ વૈજ્ઞાનિક જે. બી. એસ. હાલ્ડેને (જેઓ પછીથી ભારતના નાગરિક બની ગયા હતા.) 1929માં એ દર્શાવ્યું કે સજીવોની સર્વપ્રથમ ઉત્પત્તિ તે સરળ કક્ષાના અકાર્બનિક અણુઓમાંથી થઈ હતી જે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિના સમયમાં થઈ હતી. તેમણે કલ્પના કરી હતી કે પૃથ્વી પરનું તે સમયનું વાતાવરણ, પૃથ્વીના વર્તમાન વાતાવરણ કરતાં બધી જ રીતે ભિન્ન હતું. પ્રાથમિક વાતાવરણમાં સંભવિત રીતે કેટલા જટિલ કાર્બનિક અણુઓનું સંશ્લેષણ થયું જે જીવ કે સજીવ માટે જરૂરી હતું. સૌપ્રથમ પ્રાથમિક જીવ, બીજા રાસાયણિક સંશ્લેષણ દ્વારા ઉત્પન્ન થયા હશે. આ કાર્બનિક અણુઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થયા હશે ? તેના જવાબની પરિકલ્પના, સ્ટેનલી એલ. મિલર અને હેરાલ્ડ સી. ઉરે (યુરી) દ્વારા 1953માં કરેલા પ્રયોગોને આધારે કરી શકાય છે. તેઓએ કૃત્રિમ રીતે એવું વાતાવરણનું નિર્માણ કર્યું કે જે સંભવતઃ પ્રાથમિક કે પ્રાચીન પૃથ્વીના વાતાવરણને સમાન હતું. [તેમાં (પ્રયોગમાં) ઍમોનિયા, મિથેન અને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડના અણુઓ હતા; પરંતુ ઑક્સિજનનો અભાવ હતો] પાત્રમાં પાણી પણ હતું. તેને (આ મિશ્રણને) 100 °C થી થોડા ઓછા તાપમાને રાખવામાં આવ્યું હતું. વાયુઓના મિશ્રણમાં વિદ્યુત તણખાઓ ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યા હતા. જેમકે, આકાશમાં વીજળી થાય છે તે રીતે દર્શાવેલ. એક અઠવાડિયા પછી, 15 % કાર્બન મિથેનથી સરળ કાર્બનિક સંયોજનોમાં પરિવર્તન પામ્યાં હતાં. જેમાં એમિનો ઍસિડનો પણ સમાવેશ થાય છે જે પ્રોટીનના અણુઓને નિર્માણ કરે છે. (એમિનો ઍસિડ, પ્રોટીનના અણુઓનો બંધારણીય એકમ છે.) તો શું પૃથ્વી પર આજે પણ જીવની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે ?

પ્રશ્નો

1. તે કઈ વિવિધ રીતો છે કે જેના દ્વારા એક વિશેષ લક્ષણવાળા વ્યક્તિગત સજીવોની સંખ્યા, વસ્તીમાં વધારો કરી શકે છે ?
2. એક એકલા સજીવ દ્વારા ઉપાર્જિત લક્ષણ સામાન્યતઃ આગળની પેઢીમાં આનુવંશિકતા પામતો નથી. કેમ ?
3. વાઘની સંખ્યામાં થતો ઘટાડો આનુવંશિકતાના દૃષ્ટિકોણથી ચિંતાનો વિષય કેમ છે ?

9.4 જાતિનિર્માણ (Speciation)

અત્યાર સુધી આપણે જે કંઈ પણ જોયું, સમજ્યા તે સૂક્ષ્મ વિકાસ હતો. તેનો અર્થ એ છે કે આ પરિવર્તન ખૂબ જ નાના અને મહત્ત્વપૂર્ણ છે. છતાં પણ તે વિશિષ્ટ જાતિની વસ્તીનાં સામાન્ય લક્ષણોમાં પરિવર્તન લાવે છે, પરંતુ આનાથી તે સમજી શકાતું નથી કે નવી જાતિનો ઉદ્‌ભવ કેવી રીતે થાય છે ? આ ત્યારે કહી શકાય કે જ્યારે ભમરાઓનો આ સમૂહ જેના વિશે આપણે ચર્ચા કરી હતી. તેઓ બે ભિન્ન વસ્તીઓમાં વહેંચાઈ જાય અને એકબીજા સાથે પ્રજનન કરવા માટે અસમર્થ બને છે ત્યારે આ પરિસ્થિતિ ઉત્પન્ન થઈ ને બે સ્વતંત્ર જાતિ તરીકે વર્તે છે. તો શું આપણે તે કારણોની વિસ્તૃત ચર્ચા કરીએ કે જેનો ઉલ્લેખ આપણે ઉપર કર્યો છે અને જાતિના નિર્માણના સિદ્ધાંતને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ ?

વિચારો કે, ઝાડીઓ કે જેના પર ભમરાઓ ખોરાક મેળવવા માટે આધાર રાખતા હતા. તેની જગ્યાએ ઝાડી એક પર્વતમાળાના મોટા વિસ્તારમાં ફેલાઈ જાય તો શું થાય ? પરિણામરૂપે કે ફળસ્વરૂપે વસ્તીનું કદ પણ વિશાળ થઈ જાય છે. પરંતુ વ્યક્તિગત ભમરા પોતાના ખોરાક માટે જીવનભર પોતાની આસપાસની કેટલીક ઝાડીઓ પર જ નિર્ભર રહે છે. તેઓ વધારે દૂર જઈ શકતા નથી. આમ, ભમરાઓની આ વિશાળ વસ્તીની આસપાસ ઉપવસ્તી બને છે. કારણ કે નર તેમજ માદા ભમરા પ્રજનન માટે જરૂરી છે. આમ, પ્રજનન સામાન્યતઃ આ ઉપવસ્તીઓના સભ્યોની વચ્ચે જ દર્શાવાય જોકે કેટલાક સાહસી ભમરા એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન પર જઈ શકે અથવા કાગડા એક ભમરાને એક સ્થાનથી ઉપાડીને તેને નુકસાન પહોંચાડ્યા વગર બીજા સ્થાન પર મૂકી શકે છે. બંને પરિસ્થિતિઓમાં બિનપ્રવાસી કે અપ્રવાસી ભમરા સ્થાનીય વસ્તીની સાથે જ પ્રજનન કરશે. પરિણામ

સ્વરૂપે અપ્રવાસી ભમરાનો જે નવી વસ્તીમાં પ્રવેશ થાય છે. આ પ્રકારનો જનીન પ્રવાહ તે વસ્તીઓમાં વહન પામી રહ્યો છે. જે આંશિક રીતથી અલગ-અલગ છે; પરંતુ સંપૂર્ણપણે અલગ હોતી નથી. પરંતુ જો આ પ્રકારની બે ઉપવસ્તીઓના મધ્યમાં એક વિશાળ નદી આવી જાય તો બંને વસ્તીઓ વધારે સ્થાયી બની જાય છે. બંનેની વચ્ચે જનીન-પ્રવાહનું સ્તર હજી પણ ઘટી જાય છે.

ઉત્તરોત્તર પેઢીઓ (પેઢી-દર પેઢીઓ)માં આનુવંશિક વિચલન (ફેરફાર) પ્રત્યેક ઉપવસ્તીમાં વિભિન્ન પરિવર્તનોનું સંગ્રહણ થઈ જાય છે. ભૌગોલિક સ્વરૂપથી ભિન્નતા આ વસ્તીઓમાં પ્રાકૃતિક પસંદગીની રીત પણ ભિન્ન હોય છે. આમ, ઉદાહરણ તરીકે, એક ઉપ-વસ્તીની સીમામાં સમડી દ્વારા કાગડાઓ સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ બીજી ઉપ-વસ્તીમાં આ ઘટના થતી નથી. જ્યાં કાગડાઓની સંખ્યા ખૂબ વધારે હોય છે. પરિણામરૂપે પહેલા સ્થાન પર ભમરાઓનો લીલો રંગ (લક્ષણ)ની પ્રાકૃતિક પસંદગી થતી નથી. જ્યારે બીજા સ્થાન પર તેની પસંદગી થશે.

ભમરાઓની આ સ્થાયીતા ઉપ-વસ્તીઓમાં આનુવંશિક વિચલન તેમજ પ્રાકૃતિક પસંદગીની સંયુક્ત અસરને કારણે પ્રત્યેક વસ્તી એકબીજાથી વધારે ભિન્ન બનતી જાય છે. એ પણ સંભવ છે કે અંતમાં આ વસ્તીઓના સભ્યો એકબીજાની સાથે મળ્યા પછી પણ આંતર પ્રજનન માટે અસમર્થ હોય છે.

ઘણી રીતો છે જેના દ્વારા આ પરિવર્તન સંભવ છે. જો DNAમાં આ પરિવર્તન પર્યાપ્ત છે. જેમકે, રંગસૂત્રોની સંખ્યામાં પરિવર્તન, બે વસ્તીઓના સભ્યોના પ્રજનનકોષોનું સંમિલન કરવામાં અસમર્થ હોય છે અથવા સંભવ છે કે આવી વિભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ જાય, જેમાં લીલા રંગના માદા ભમરા, લાલ રંગના નરની સાથે પ્રજનનની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. તે માત્ર લીલા રંગના નર ભમરાની સાથે જ પ્રજનન કરી શકે છે. આ લીલા રંગની પ્રાકૃતિક પસંદગી માટે એક અત્યંત દૃઢ પરિસ્થિતિ છે. હવે જો એવી લીલા રંગની માદા ભમરા, બીજા સમૂહના લાલ રંગના નરની સાથે મળે છે તો તેનો વ્યવહાર એવો થઈ જશે કે તેમની વચ્ચે પ્રજનન ન થઈ શકે. પરિણામે ભમરાઓની નવી જાતિનું નિર્માણ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. તે કયાં પરિબળો છે કે જે નવી જાતિના નિર્માણમાં મદદરૂપ થાય છે ?
2. શું ભૌગોલિક પૃથક્કરણ પરાગિત જાતિઓની વનસ્પતિઓના જાતિ-નિર્માણના ઉદ્‌ભવનું મુખ્ય કારણ હોઈ શકે છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?
3. શું ભૌગોલિક પૃથક્કરણ અલિંગી પ્રજનનવાળા સજીવોની જાતિઓના નિર્માણનું મુખ્ય કારણ હોઈ શકે છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?

9.5 ઉદ્‌વિકાસ અને વર્ગીકરણ (Evolution and Classification)

C4Q6X1

આ સિદ્ધાંતોને આધારે આપણે આપણી ચારેતરફ મળી આવનારી વિભિન્ન જાતિઓની વચ્ચે વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરી શકીએ છીએ. આ એક પ્રકારની સમય ઘડિયાળથી પાછળ જવાનું છે. આપણે એવી વિવિધ જાતિઓનાં લક્ષણોના ઉદ્‌વિકાસના ક્રમનું નિર્ધારણ કરી શકીએ. આ ક્રિયાને સમજવા માટે આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરેલા સજીવોના વર્ગીકરણને યાદ કરીએ.

વિવિધ સજીવોની વચ્ચે રહેલી સમાનતાઓ આપણને તે સજીવોને એક સમૂહમાં મૂકવામાં આવે છે અને પછી તેમના અભ્યાસનો અવસર આપે છે. તેના માટે કયાં લક્ષણો સજીવોની વચ્ચે આધારભૂત વિભિન્નતાઓનો નિર્ણય કરે છે અને તેના માટે કયાં લક્ષણો વચ્ચે મહત્ત્વપૂર્ણ ઓછા ભેદનો નિર્ણય લેશે ? લક્ષણો વિશે આપણો અભિપ્રાય શું છે ? બાહ્ય કદ અથવા વ્યવહાર વિવરણાત્મક લક્ષણ કહેવાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો વિશેષ રીતે અથવા વિશેષ કાર્યનું લક્ષણ કહેવાય છે. આપણને ચાર પગ હોય છે. આ એક લક્ષણ છે. વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થાય છે, આ પણ એક લક્ષણ છે.

કેટલીક આધારભૂત લાક્ષણિકતા મોટા ભાગના સજીવોમાં સમાન હોય છે. કોષ બધા સજીવોનો આધારભૂત એકમ છે. વર્ગીકરણના આગળના સ્તર પર કોઈ લાક્ષણિકતા મોટા ભાગના સજીવોમાં સમાન જ હોય છે, પરંતુ બધા સજીવોમાં હોતું નથી. કોષની સંરચનાની આધારભૂત લાક્ષણિકતાનું એક ઉદાહરણ કોષમાં કોષકેન્દ્રની હાજરી હોવી કે ન હોવી તે છે. જે વિવિધ સજીવોમાં ભિન્ન હોય છે. જીવાણુકોષ (બૅક્ટેરિયાના કોષ)માં સુવિકસિત કોષકેન્દ્ર હોતું નથી. જ્યારે મોટા ભાગના બીજા સજીવોના કોષોમાં કોષકેન્દ્ર સુવિકસિત મળી આવે છે. કોષકેન્દ્રયુક્ત કોષવાળા સજીવોને એકકોષીય અથવા બહુકોષીય સજીવોનાં લક્ષણો શારીરિક સંરચનામાં એક આધારભૂત ભિન્નતા દર્શાવાય છે. જે કોષો તેમજ પેશીઓના વિશિષ્ટીકરણના કારણે હોય છે. બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થવું કે ન થવું, તે વર્ગીકરણનું આગળનું સ્તર છે. આ બહુકોષીય સજીવો જેમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થતું નથી. તેમાં કેટલાક સજીવ એવા છે કે જેમાં અંતઃકંકાલ હોય છે અને કેટલાક બાહ્યકંકાલનું લક્ષણ એક અન્ય પ્રકારની આધારભૂત રચનાનો ભેદ હોય છે. આ થોડાક જ પ્રશ્નો જે આપણે અહીંયાં પૂછેલા છે. જેના દ્વારા આપણે જોઈ પણ શકીએ છીએ કે ઉદ્‌વિકાસક્રમનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે. જેને આધારે વર્ગીકરણ માટે સમૂહ બનાવી શકે છે.

બે જાતિઓ જેટલી વધારે લક્ષણોમાં સમાનતા ધરાવે તેમના સંબંધ પણ એટલો જ નજીકનો હોય છે. જેટલી વધારે સમાનતાઓ તેઓમાં હશે તેનો ઉદ્‌ભવ પણ નજીકમાં અને ભૂતકાળમાં સમાન પૂર્વજોમાંથી થયેલો હશે. આપણે આને ઉદાહરણની મદદથી સમજી શકીએ છીએ. એક ભાઈ તેમજ એક બહેન વધારે નજીકના સંબંધી છે. તેનાથી પહેલી પેઢીમાં તેમના પૂર્વજ સમાન હતાં એટલે કે તેઓ એક જ માતા-પિતાના સંતાન છે. છોકરીના કાકાના કે મામાનાં ભાઈ-બહેન (1st Cousin) પણ તેનાથી સંબંધિત હોય છે, પરંતુ તેના પોતાના ભાઈથી ઓછો નજીકનો સંબંધ છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે તેઓ પૂર્વજ સમાન છે, એટલે કે દાદા-દાદી જે તેમની બે પેઢી પહેલાના છે નહિ કે એક પેઢી પહેલાના. હવે, તમે આ વાતને સારી રીતે સમજી શકો છો કે જાતિઓ કે સજીવોનું વર્ગીકરણ તેના વિકાસના સંબંધોનું પ્રતિબિંબ છે.

આમ, આપણે જાતિઓના એવા સમૂહનું નિર્માણ કરી શકે છે કે જેના પૂર્વજ નજીકના ભૂતકાળમાં સમાન હતા. તેના પછી આ સમૂહનો એક મોટો સમૂહ બનાવે છે. જેના પૂર્વજ અપેક્ષિત રીતે વધારે દૂરના (સમયને અનુસાર) હતા. સૈદ્ધાંતિક રીતથી આ પ્રકારની ભૂતકાળની કડીઓનું નિર્માણ કરતાં આપણે વિકાસની પ્રારંભિક સ્થિતિ સુધી પહોંચી શકીએ છીએ. જ્યાં એક માત્ર જાતિ હતી. જો આ સત્ય હોય તો જીવની ઉત્પત્તિ ચોક્કસ અજૈવિક પદાર્થોમાંથી જ થઈ હશે. આ કેવી રીતે સંભવિત થયું હશે ? તેના વિશે અનેક સિદ્ધાંતો છે. તે રસપ્રદ બાબત હશે, જો આપણે આપણા સિદ્ધાંતોનું નિર્માણ કરી શકીએ ?

આકૃતિ 9.8
સમમૂલક અંગો

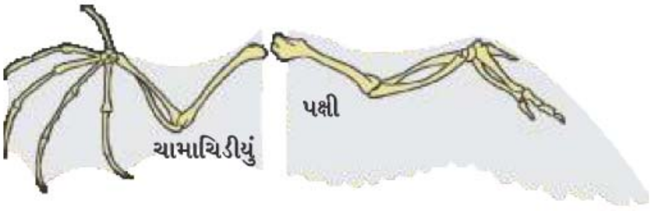
9.5.1 ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને શોધવા (Traning Evolutionary Relationships)

જ્યારે આપણે ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને જાણવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ ત્યારે આપણે સમાન લાક્ષણિકતા કે લક્ષણોની ઓળખ કેવી રીતે કરીએ છીએ ? વિવિધ સજીવોમાં આ લક્ષણ સમાન હશે. કારણ કે તે સમાન પિતૃથી આનુવંશિકતા પામેલા છે. ઉદાહરણ તરીકે, આ વાસ્તવિકતાને જ લઈએ કે પક્ષીઓ, સરિસૃપ તેમજ ઉભયજીવીઓની જેમજ સસ્તન પ્રાણીઓ પણ ચાર ઉપાંગો ધરાવે છે (આકૃતિ 9.8). બધામાં ઉપાંગોની આધારભૂત સંરચના એકસમાન હોય છે. જોકે વિવિધ પૃષ્ઠવંશીઓમાં કાર્ય કરવા માટે તેઓનું રૂપાંતરણ થાય છે છતાં પણ ઉપાંગની આધારભૂત સંરચના એકસમાન છે. આવાં સમમૂલક લક્ષણોની મદદથી વિભિન્ન જાતિઓ વચ્ચે ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને ઓળખી શકાય છે.

પરંતુ કોઈ અંગના આકારમાં સમાનતાઓ હોવી તેનું એક માત્ર કારણ સમાન પૂર્વજ નથી. ચામાચીડિયું તેમજ પક્ષીની પાંખ (આકૃતિ 9.9)ના વિશે તમે શું વિચારો છો ? પક્ષી તેમજ

ચામાચીડિયાને પાંખ હોય છે, પરંતુ ખિસકોલી તેમજ ગરોળીને પાંખ હોતી નથી. તે શું પક્ષી તેમજ ચામાચીડિયાની વચ્ચેનો સંબંધ, ખિસકોલી અને ગરોળીની તુલનામાં વધારે નિકટ છે ?

આના પહેલા કે આપણે કોઈ તારણ કાઢીએ, આપણે પક્ષી તેમજ ચામાચીડિયાની પાંખોનું અવલોકન સૂક્ષ્મ રીતે કરવું જોઈએ. જ્યારે આપણે એવું કરીએ છીએ ત્યારે આપણને ખબર પડે છે કે ચામાચીડિયામાં પાંખ મુખ્યત્વે મધ્યસ્થ આંગળીના મધ્યની ત્વચાના વિસ્તરણથી નિર્માણ પામે છે, પરંતુ પક્ષી પાંખ તેના સંપૂર્ણ અગ્રઉપાંગની ત્વચાના વિસ્તરણથી બને છે. જે પીંછાંઓથી ઢંકાયેલી રહે છે. આમ, બંને પાંખોની રચના, તેમનું બંધારણ તેમજ સંઘટકોમાં વધારે ભિન્નતા છે. તેઓ એક જેવા દેખાય છે. કારણ કે તે ઊડવા માટે તેનો ઉપયોગ કરે છે, પરંતુ બધાની ઉત્પત્તિ (બંનેની ઉત્પત્તિ) સંપૂર્ણ રીતે સમાન રીતે થયેલી નથી. આ કારણસર તેને સમરૂપ કે કાર્યસદેશ અંગોનું લક્ષણ ગણવામાં આવે છે નહિ કે સમમૂલક લક્ષણ. હવે, તે વિચાર કરવો વધારે રસપ્રદ રહેશે કે પક્ષીના અગ્રઉપાંગ તેમજ ચામાચીડિયાના અગ્રઉપાંગને સમજાત માની શકાય અથવા સમરૂપ !



આકૃતિ 9.9
કાર્યસદેશ અંગો - ચામાચિડિયાની પાંખ અને પક્ષીની પાંખ

9.5.2 અશ્મિ/જીવાશ્મો (Fossils)

અંગોની સંરચના માત્ર વર્તમાન જાતિઓ પર થઈ શકતી નથી પણ તે જાતિઓ પર પણ આધાર રાખી શકે છે જે અત્યારે (હાલમાં) જીવિત નથી. આપણે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે તે લુપ્ત થયેલી જાતિઓ કદી અસ્તિત્વમાં પણ હતી ? આપણે આ અશ્મિ (જીવાશ્મ) દ્વારા જાણી શકીએ છીએ (આકૃતિ 9.10 જુઓ). અશ્મિ કે જીવાશ્મ કે જીવાવશેષ એટલે શું ? સામાન્યતઃ સજીવના મૃત્યુ પછી તેના શરીરનું વિઘટન થાય છે અને તે સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ ક્યારેક સજીવ અથવા તેના કેટલાક ભાગ એવા વાતાવરણમાં જતા રહે છે કે જેના કારણે તેનું વિઘટન સંપૂર્ણ રીતે થઈ શકતું નથી. ઉદાહરણ તરીકે, જો કોઈ મૃત કીટક ગરમ માટીમાં સુકાઈ જઈને કડક થઈ જાય અને તેમાં તે કીટકના શરીરની છાપ સુરક્ષિત રહી જાય છે. આ પ્રકારે કે રીતે રક્ષણ પામેલા અવશેષને જીવાશ્મ કે જીવાવશેષ કે અશ્મિ (Fossil) કહેવાય છે.

અશ્મિ-વૃક્ષનું થડ

અશ્મિ-અપૃષ્ઠવંશી
(એમોનાઈટ)

અશ્મિ-અપૃષ્ઠવંશી
(ટ્રાઈલોબાઈટ)

અશ્મિ-માછલી
નાઈટીઆ

અશ્મિ-ડાયનોસોરની ખોપરી
(રાજાસુરસ)

આકૃતિ 9.10 વિવિધ પ્રકારનાં અશ્મિઓ ભિન્ન દેખાવ અને ઊંડાણની કક્ષાઓ અને સંગ્રહ. નર્મદાની ખીણમાંથી માત્ર થોડાંક જ વર્ષો પહેલાં ડાયનોસોરની ખોપરી જોવા મળી છે.

આપણે તે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે જીવાશ્મ કેટલા જૂના કે પ્રાચીન છે ? આ વાતનું અનુમાન કરવા માટે બે ઘટકો છે. એક છે સાપેક્ષ. જો આપણે કોઈ સ્થળ પર ખોદકામ કરીએ અને એક ઊંડાઈ સુધી ખોદકામ કર્યા પછી આપણને જીવાશ્મ મળવાની શરૂઆત થાય છે ત્યારે એવી સ્થિતિમાં તે વિચારવું તર્કસંગત છે કે પૃથ્વીની સપાટીની નિકટ કે નજીક આવેલા જીવાશ્મ, ઊંડા સ્તરમાં મળી આવેલા જીવાશ્મોની તુલનામાં વધારે નવા છે. બીજી પદ્ધતિ કે રીત 'ફોસિલ ડેટિંગ' છે. જેમાં જીવાશ્મ મળી આવનારા કોઈ એક તત્ત્વને વિવિધ સમસ્થાનિકોના ગુણોત્તરના આધારે જીવાશ્મના સમયને નક્કી કરવામાં આવે છે. તે જાણવું પણ રસપ્રદ હોય છે કે આ રીત કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

જીવાશ્મના એક પછી એક સ્તર કેવી રીતે બને છે ?

આવો, 10 કરોડ (100 મિલિયન) વર્ષ પહેલાંથી પ્રારંભ કરીએ છીએ. સમુદ્ર તલપ્રદેશ પર કેટલાક અપૃષ્ઠવંશી સજીવોનું મૃત્યુ થઈ જાય છે અને તેઓ રેતીમાં દટાઈ જાય છે. ધીમે-ધીમે હજી વધારે રેતી એકત્રિત થતી જાય છે અને વધારે દબાણને કારણે તે ખડક કે મોટો પથ્થર બની જાય છે.

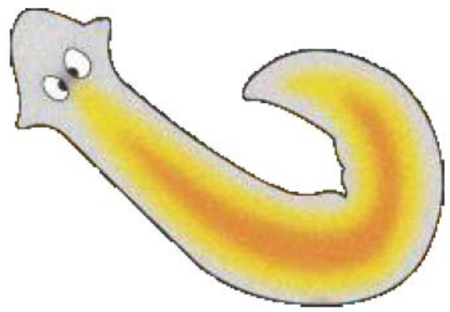
કેટલાંક મિલિયન વર્ષો પછી, તે વિસ્તાર કે ક્ષેત્રમાં રહેનારા ડાયનોસોર મરી જાય છે અને તેમના શરીર પણ રેતીમાં દટાઈ જાય છે. આ રેતી કે માટી પણ દબાણ અનુભવીને મોટો પથ્થર કે ખડક બની જાય છે. જે પહેલા

અપૃષ્ઠવંશીઓના જીવાશ્મવાળા ખડક કે મોટા પથ્થરની ઉપર બને છે. ફરીથી, તેનાં કેટલાંક વર્ષો પછી આ ક્ષેત્ર કે વિસ્તારમાં ઘોડા જેવા સમાન કેટલાક સજીવોના જીવાશ્મો પહાડો કે મોટા પથ્થર અથવા ખડકમાં દટાઈ જાય છે.

તેના ઘણા સમય ઉપરાંત ભૂમિ ક્ષરણ (માની લો કે પાણીના પ્રવાહ)ને કારણે કેટલાક પહાડો કે ખડકો ફાટી જાય છે અને ઘોડા જેવા જ જીવાશ્મ મળી આવે છે. જેમ-જેમ આપણે ઊંડું ખોદકામ કરતા જઈએ તેમ-તેમ પ્રાચીન કે જૂના જીવાશ્મ પ્રાપ્ત થતા જાય છે.

9.5.3 ઉદ્‌વિકાસના તબક્કાઓ (Evolution by Stages)

અહીંયાં તે પ્રશ્ન ઉત્પન્ન થાય છે કે જો જટિલ અંગ, ઉદાહરણ તરીકે આંખની પસંદગી તેની ઉપયોગિતાના આધારે થાય છે તો તે DNAમાં માત્ર એક પરિવર્તન દ્વારા કેવી રીતે સંભવ છે ? નિશ્ચિત રીતે આવાં જટિલ અંગોનો વિકાસ, ક્રમિક રીતે અનેક પેઢીઓમાં થયો હશે. પરંતુ, વચ્ચેનું પરિવર્તન કેવી રીતે પસંદગી પામ્યું હશે ? તેના માટે અનેક સંભવિત સ્પષ્ટીકરણ છે. એક વચ્ચેનો તબક્કો (આકૃતિ 9.11) જેમકે, અર્ધવિકસિત આંખ, કેટલીક મર્યાદા સુધી ઉપયોગમાં આવી શકે છે. આ યોગ્યતાનો લાભ પર્યાપ્ત હોઈ શકે છે. વાસ્તવમાં પાંખની જેમ આંખ પણ એક વ્યાપક અનુકૂલન પામતું અંગ છે. આ કીટકોમાં જોવા મળે છે. તેવી રીતે ઑક્ટોપસ અને પૃષ્ઠવંશીઓમાં પણ હોય છે અને આંખની સંરચના આ બધા સજીવોમાં ભિન્ન હોય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે ભિન્ન-ભિન્ન ઉદ્‌વિકાસીય ઉત્પત્તિ તેની સાથે એક પરિવર્તન જે એક લક્ષણ માટે ઉપયોગી છે. કાળક્રમે તે કોઈ અન્ય કાર્ય માટે પણ ઉપયોગી પુરવાર થઈ શકે છે.



આકૃતિ 9.11

પ્લેનેરિયા નામના ચપટાકૃમિ પૃથુકૃમિની અત્યંત સરળ આંખ હોય છે, જે વાસ્તવમાં નેત્રબિંદુ કે ચક્ષુબિંદુ છે જે પ્રકાશને ઓળખી શકે છે

ઉદાહરણ માટે, પાંખ જે સંભવતઃ ઠંડી ઋતુમાં ઉષ્માઅવરોધન કે તાપમાન અવરોધક માટે વિકાસ પામ્યા હતા. કાળક્રમે તે ઊડવા માટે પણ ઉપયોગી બન્યા. વાસ્તવમાં કેટલાક ઊડવા માટે સમર્થ ન હતા. ત્યાર બાદ સંભવતઃ પક્ષીઓ પાંખોને ઊડવા માટે વાપરે છે. ડાયનોસોર સરિસૃપ હતા. આમ, આપણે આ અર્થઘટન કરી શકીએ છીએ કે પક્ષી ખૂબ જ નજીકથી સરિસૃપ સાથે સંબંધિત છે.

આ ડ્રોમોસોર, પરિવારનો એક નાનો ડાયનોસોર છે.

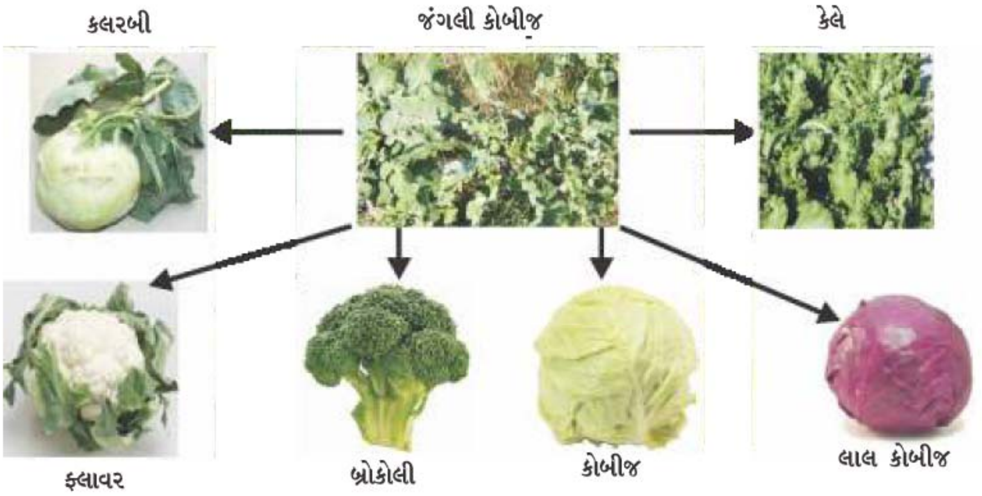
ડાયનોસોરનાં આ અસ્થિઓની સાથે પાંખની છાપ પણ રક્ષણ થયું હતું. અહીંયાં આપણે અગ્રબાહુ પર સ્થિત પાંખની છાપને જોઈ શકીએ છીએ

આકૃતિ : જીવાશ્મના શીર્ષ પાંખોની નીકટતમ આ ડાયનોસોર ઊડવા માટે અસમર્થ હતા. તે સંભવ છે કે પાંખોનો વિકાસ ઊડવાની સાથે કોઈ સંબંધ ન રહ્યો હોય

આકૃતિ 9.12

ડાયનોસોર અને પીંછાંઓનો ઉદ્‌વિકાસ

અહીં તેનો ઉલ્લેખ કરવો ઘણો રસપૂર્ણ છે કે ઘણી વધારે ભિન્નતા દેખાડનારી સંરચનાઓ એકસમાન શરીર સંરચનામાંથી વિકાસ પામી શકે છે. તે પણ સત્ય છે કે જીવાશ્મ કે અશ્મિમાં અંગોની સંરચનાનું વિવેચન, આપણે તે અનુમાન કરવામાં મદદરૂપ થઈ શકે છે કે ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ કેટલો પાછળ જઈ શકે છે ? શું આ ક્રિયાનું કોઈ ઉદાહરણ છે ? જંગલી કોબીજ તેનું એક સૌથી સારું ઉદાહરણ છે. બે હજાર વર્ષ પૂર્વેથી મનુષ્ય જંગલી કોબીજને એક ખાદ્ય વનસ્પતિના સ્વરૂપમાં ઉગાડતો હતો અને તેણે પસંદગી દ્વારા તેમાંથી વિવિધ શાકભાજીનો વિકાસ કર્યો (આકૃતિ 9.13). પરંતુ તે પ્રાકૃતિક પસંદગી ન રહેતા કૃત્રિમ પસંદગી છે. કેટલાક ખેડૂતોએ, તેનાં પર્ણોની વચ્ચેનું અંતર ઓછું કરવા માંગતા હતા. જેનાથી કોબીજનો વિકાસ થાય છે, જેને આપણે ખાઈ શકીએ છીએ. કેટલાક ખેડૂતો એ પુષ્પોની વૃદ્ધિને અવરોધવા માંગતા હતા. આમ, બ્રોકોલીનો વિકાસ થયો અથવા વંધ્ય પુષ્પોમાંથી ફ્લાવરનો વિકાસ થયો. કેટલાક ફૂલેલા ભાગની પસંદગી કરી. આમ, ગાંઠમાંથી કલરબીનો વિકાસ થયો. કેટલાકે માત્ર પહોળાં પર્ણોની જ પસંદગી કરી અને 'કેલે' નામની શાકભાજીનો વિકાસ કર્યો. જો મનુષ્યે સ્વયં આ પ્રયોગ ના કર્યો હોત તો શું આપણે ક્યારેય એવો વિચાર કરી શક્યા હોત કે ઉપર્યુક્ત બધી પ્રજાતિઓ સમાન પિતૃમાંથી વિકાસ પામેલી છે ?



આકૃતિ 9.13 જંગલી કોબીજનો ઉદ્‌વિકાસ

ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ શોધવાની એક અન્ય રીત નૈસર્ગિક પરિકલ્પના પર આધારિત છે. જેનાથી આપણે શરૂઆત કરી હતી તે વિચાર હતો કે પ્રજનન દરમિયાન DNAમાં થનારા પરિવર્તન વિકાસની આધારભૂત ઘટના છે. આ સત્ય છે કે વિવિધ જાતિઓના DNAની સંરચનાની તુલનાથી આપણે સીધા જ નક્કી કરી શકીએ છીએ કે આ જાતિઓના ઉદ્‌ભવ દરમિયાન કયા–કયા અને કેટલાં પરિવર્તન આવે છે ? ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરવામાં આ વિધિનો વ્યાપક પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

આણ્વીક ઉદ્‌વિકાસ (Molecular Phylogeny)

આપણે એ વાતની ચર્ચા કરતા હતા કે કોષવિભાજનના સમયે DNAમાં થનારા પરિવર્તનથી તે પ્રોટીનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે જે નવા DNAથી બનશે. બીજી વાત એ થઈ હતી કે આ પરિવર્તન પેઢી દર પેઢી કે ઉત્તરોત્તર પેઢીઓમાં સંચય પામતા જાય છે. શું આપણે સમયની સાથે પાછળ જઈને જાણી શકીએ છીએ કે આ પરિવર્તન કયા સમયે થયું હતું ? આણ્વીક ઉદ્‌વિકાસ વાસ્તવમાં આ જ કરે છે. આ અભ્યાસમાં આ વિચાર ખરેખર યોગ્ય છે કે દૂરસ્થ સંબંધિત સજીવોના DNAમાં આ ભિન્નતાઓ વધારે માત્રામાં સંચિત થાય છે. આ પ્રકારના અભ્યાસમાં ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને શોધવા પડે છે અને આ અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે વિવિધ સજીવોની વચ્ચે આણ્વીક ઉદ્‌વિકાસ દ્વારા સ્થાપિત સંબંધિત વર્ગીકરણની સાથે સુમેળ પામે છે. જેના વિષયમાં આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ.

પ્રશ્નો

1. બે જાતિઓના ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધને નક્કી કરવા માટેની એક લાક્ષણિકતાનું ઉદાહરણ આપો.
2. એક પતંગિયા અને ચામાચીડિયાની પાંખને શું સમજાત અંગ કહી શકાય છે ? કેમ ? અથવા કેમ નહિ ?
3. અશ્મિ શું છે ? તે જૈવ-ઉદ્‌વિકાસની ક્રિયા વિશે શું દર્શાવે છે ?

9.6 ઉદ્‌વિકાસને પ્રગતિને સમાન ન ગણવું જોઈએ (Evolution Should not be Equated with Progress)

જાતિઓના વંશ-વૃક્ષની કડીઓ શોધવાના પ્રયત્નમાં આપણે કેટલીક બાબતોનું ધ્યાન રાખવું પડે છે. પહેલું આ ક્રિયાના પ્રત્યેક સ્તર પર અનેક શાખાઓ સંભવિત છે. એવું નથી કે નવી જાતિઓના

ઉદ્‌ભવ માટે પહેલી જાતિઓ લુપ્ત થઈ જાય છે. આપણે ભમરાનું ઉદાહરણ જોયું હતું તેમાં એક નવી જાતિની ઉત્પત્તિ થઈ છે. નવી જાતિની ઉત્પત્તિ માટે જરૂરી નથી કે પહેલી જાતિ લુપ્ત થઈ જાય. આ બધું પર્યાવરણ પર નિર્ભર હોય છે. તેનો અર્થ એ પણ નથી કે વિકાસ પામેલી નવી જાતિ પોતાની પૂર્વજ જાતિથી ઉત્તમ કે શ્રેષ્ઠ જ છે. માત્ર પ્રાકૃતિક પસંદગી તેમજ આનુવંશિક ફેરફારની સંયુક્ત અસરથી એવી વસ્તી તૈયાર થઈ જેના સભ્ય પહેલી જાતિની સાથે પ્રજનન કરવા માટે અસમર્થ છે. આમ, ઉદાહરણ તરીકે આ સાચું નથી કે માનવનો વિકાસ ચિમ્પાન્ઝીમાંથી થયો છે. પણ પહેલાં માનવ તેમજ ચિમ્પાન્ઝી બંનેના પૂર્વજ સમાન હતા. તેઓ ચિમ્પાન્ઝી જેવા ન હતા કે ન તો માનવ જેવા હતા. એ પણ આવશ્યક નથી કે પૂર્વજોનો નાશ થવાનો પ્રથમ તબક્કામાં જ આધુનિક ચિમ્પાન્ઝી કે માનવની ઉત્પત્તિ થઈ ગઈ હોય, પરંતુ આ વાતની સંભાવના વધારે છે કે બંને જાતિઓનો વિકાસ અલગ-અલગ રીતથી વિવિધ શાખાઓમાં પોતાની રીતે થયો હશે. જેથી આધુનિક જાતિના વર્તમાન સ્વરૂપ બન્યા છે.

વાસ્તવમાં, જૈવ–ઉદ્‌વિકાસના સિદ્ધાંતનો અર્થ કોઈ વાસ્તવિક પ્રગતિ નથી. વિવિધતાઓની ઉત્પત્તિ તેમજ પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા તેને સ્વરૂપ આપવાથી માત્ર વિકાસ થાય છે. જૈવ–ઉદ્‌વિકાસમાં પ્રગતિની જો કોઈ પ્રવૃત્તિ જોવા મળે છે તો તે સમયની સાથે-સાથે શારીરિક બંધારણની જટિલતામાં વૃદ્ધિ છે, પરંતુ તેનો અર્થ ક્યારેય પણ એવો ન થાય કે પૂર્વવત્ (પ્રાચીન) શરીરરચના કાર્યક્ષમ ન હતી. અનેક અતિ પ્રાચીન તેમજ સરળ બંધારણ આજે પણ અસ્તિત્વમાં છે. વાસ્તવમાં સરળતમ શરીર બંધારણવાળો એક સમૂહ જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) વિષમ કે પ્રતિકૂળ પર્યાવરણ જેમકે ગરમ પાણીના ઝરાં, ઊંડા સમુદ્રના ગરમ સ્રોત તથા એન્ટાર્કટિકાના બરફમાં પણ મળી આવે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, માનવ જૈવ–ઉદ્‌વિકાસના શિખર પર નથી પણ જૈવ–ઉદ્‌વિકાસ શૃંખલામાં ઉત્પન્ન થયેલ એક અન્ય જાતિ છે.

9.6.1 માનવ ઉદ્‌વિકાસ (Human Evolution)

માનવ ઉદ્‌વિકાસના અભ્યાસ માટે પણ તે સાધનોનો ઉપયોગ કરાય છે જેનો જૈવ–ઉદ્‌વિકાસ માટે ઉપયોગ કર્યો હતો. જેવાં કે – ઉત્પત્તિ, સમય-નિર્ધારણ અને જીવાશ્મ અભ્યાસની સાથે DNA અનુક્રમનું નિર્ધારણ માનવ ઉદ્‌વિકાસના અભ્યાસનાં મુખ્ય સાધનો છે. પૃથ્વી પર માનવના રંગ-રૂપ તેમજ આકારમાં ખૂબ વધારે વિવિધતાઓ જોવા મળે છે. આ વિવિધતાઓ એટલી વધુ છે કે લાંબા સમય સુધી લોકો મનુષ્યની 'પ્રજાતિઓ'ની જ વાત કરતા હતા. સામાન્ય રીતે ત્વચાનો રંગ પ્રજાતિને ઓળખવા માટેનો સરળ માર્ગ હતો. કેટલીક પ્રજાતિઓ કાળી, પીળી, ગોરી કે બ્રાઉન (કથ્થઈ) તરીકે જ ઓળખાતી હતી. તો ચર્ચાનો પ્રશ્ન એ રહે કે શું દેખીતી રીતે સરખી લાગતી પ્રજાતિ અલગ રીતે ઉદ્‌ભવી છે ? સમય જતાં પુરાવા સ્પષ્ટ થયા અને જવાબ મળ્યા કે આવી પ્રજાતિઓ માટે કોઈ જૈવિક આધાર નથી બધા જ મનુષ્યો એક જ પ્રજાતિના છે.

આકૃતિ 9.14 ઉદ્‌વિકાસ- નિસરણી વિરુદ્ધ વૃક્ષ

જરૂરી નથી કે આપણે હજારો વર્ષોથી ક્યાં રહીએ છીએ, પરંતુ આપણા બધાનો ઉદ્‌ભવ આફ્રિકાથી થયો છે. માનવજાતિ 'હોમો સેપિયન્સ' સેપિયન્સના સૌપ્રથમ સભ્યોને ત્યાંથી શોધવામાં આવ્યા હતા. આપણી આનુવંશિક છાપને કાળક્રમે આફ્રિકન મૂળમાંથી જ શોધી શકાય છે. કેટલાક

હજાર વર્ષ પૂર્વે આપણા પૂર્વજોએ આફ્રિકા છોડી દીધું જ્યારે કેટલાક ત્યાં જ રહી ગયા હતા. જોકે ત્યાંના મૂળ નિવાસી સંપૂર્ણ આફ્રિકામાં ફેલાઈ ગયા. આ ઉદ્‌વિકાસિત પ્રવાસી જાતિ ધીમે-ધીમે સમગ્ર ગ્રહ પર ફેલાઈ ગઈ. આફ્રિકાથી પશ્ચિમી એશિયા અને ત્યાંથી મધ્ય એશિયા, યુરેશિયા, દક્ષિણ એશિયા અને પૂર્વ એશિયા. ત્યાંથી તેઓએ ઇન્ડોનેશિયાનાં દ્વીપો (ટાપુઓ) અને ફિલિપાઇન્સથી ઑસ્ટ્રેલિયા સુધીની મુસાફરી (સફર) કરી હતી. તેઓ બેરિંગ લૅન્ડ પુલને પસાર કરીને અમેરિકા પહોંચ્યા હતા. કારણ કે તેઓ માત્ર યાત્રા કરવાના ઉદ્દેશથી મુસાફરી કરતા ન હતા. તેઓ એક જ માર્ગે ન ગયા પરંતુ વિભિન્ન સમૂહોમાં ક્યારેક આગળ અને ક્યારેક પાછળ ગયા હતા. ક્યારેક અલગ થઈને વિવિધ દિશાઓમાં આગળ વધતાં ગયા જ્યારે કેટલાક પાછા આવીને એકબીજામાં પરસ્પર ભળી પણ ગયા. આવવા–જવાનો આ ઘટનાક્રમ ચાલતો રહ્યો હતો. આ ગ્રહની અન્ય જાતિઓની જેમ તેમની ઉત્પત્તિ જૈવ-ઉદ્‌વિકાસની એક ઘટના માત્ર જ હતી અને તેઓ પોતાનું જીવન સર્વોત્તમ રીતેથી જીવવાનો પ્રયત્ન કરતા રહ્યાં હતા.

પ્રશ્નો

1. આકાર, કદ, રંગ-રૂપમાં આટલી ભિન્ન દેખાતી માનવની એક જ જાતિના સભ્ય છે તેનું કારણ શું છે ?
2. ઉદ્‌વિકાસના આધારે શું તમે જણાવી શકો છો કે જીવાણુ, કરોળિયો, માછલી અને ચિમ્પાન્ઝીમાં કોનું શારીરિક બંધારણ ઉત્તમ છે ? તમારા જવાબની સમજૂતી આપો.

તમે શીખ્યાં કે

- પ્રજનનના સમયે ઉત્પન્ન થતી ભિન્નતાઓ વારસાગત હોઈ શકે છે.
- આ ભિન્નતાઓને કારણે જીવની જીવિતતામાં વૃદ્ધિ થઈ શકે છે.
- લિંગીપ્રજનન કરનારા સજીવોમાં એક લક્ષણ (Trait)ના જનીનના બે પ્રતિરૂપ (નકલો) હોય છે. આ પ્રતિકૃતિઓના એકસમાન ન હોવાની પરિસ્થિતિમાં જે લક્ષણ વ્યક્ત થાય છે તેને પ્રભાવી લક્ષણ અને અન્યને પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કહે છે.
- વિભિન્ન લક્ષણ કોઈ સજીવમાં સ્વતંત્ર રીતેથી વારસાગત હોય છે. સંતતિમાં નવા સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે.
- ભિન્ન જાતિઓમાં લિંગનિશ્ચયનના કારકભિન્ન હોય છે. માનવમાં સંતાનનું લિંગ આ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પિતા પાસેથી મળનારું રંગસૂત્ર 'X' (છોકરીઓ માટે) અથવા 'Y' (છોકરા માટે) કેવા પ્રકારના છે.
- જાતિમાં રહેલી ભિન્નતાઓ તેને જીવિતતાને યોગ્ય બનાવી શકે છે અથવા માત્ર આનુવંશિક ફેરફાર યોગદાન આપે છે.
- વાનસ્પતિક પેશીઓમાં પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ઉત્પન્ન પરિવર્તન આનુવંશિક હોતા નથી.
- ભિન્નતાઓ ભૌગોલિક અલગીકરણને કારણે જાતિનિર્માણ થઈ શકે છે.
- વિકાસીય સંબંધોને સજીવોના વર્ગીકરણમાં શોધી શકાય છે.
- સમયમાં પાછળ જઈને (પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા સમયમાં) સમાન પૂર્વજોની શોધથી આપણને અંદાજ આવે છે કે સમયના કયા બિંદુએ અજૈવિક પદાર્થોથી જીવની ઉત્પત્તિ થઈ છે.
- જૈવ-ઉદ્‌વિકાસને સમજવા માટે માત્ર વર્તમાન જાતિઓનો અભ્યાસ પર્યાપ્ત નથી પણ અશ્મિઓનો અભ્યાસ પણ આવશ્યક છે.
- અસ્તિત્વના લાભ માટે મધ્યવર્તી તબક્કાઓ દ્વારા જટિલ અંગોનો ઉદ્‌વિકાસ થયેલો છે.
- જૈવ-ઉદ્‌વિકાસનો સમય, અંગ અથવા આકાર નવા કાર્યક્ષમ શરીર માટે અનુકૂલિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પાંખો જે શરૂઆતમાં ઉષ્ણતા આપતા હતા (ગરમી આપતા હતા) જેના માટે તેનો વિકાસ થયો હતો કાળક્રમે તે ઊડવા માટે અનુકૂલિત બન્યા છે.

- ઉદ્‌વિકાસને નિમ્ન સ્વરૂપથી ઉચ્ચતમ સ્વરૂપની પ્રગતિ કહી શકાય નહિ પણ એ પ્રતિત થાય છે કે ઉદ્‌વિકાસ વધારે જટિલ શારીરિક બંધારણ ઉત્પન્ન કરવા માટે થયેલ છે જ્યારે સરળતમ બંધારણ સારી રીતે અસ્તિત્વ ધરાવે પણ છે.
- માનવના ઉદ્‌વિકાસનો અભ્યાસથી આપણને જાણકારી મળે છે કે આપણે બધા એક જ જાતિના સભ્ય છીએ જેની ઉત્પત્તિ આફ્રિકામાં થઈ અને તબક્કાવાર વિશ્વના વિભિન્ન ભાગોમાં ફેલાઈ ગઈ છે.

સ્વાધ્યાય

A8G7A4

1. મૅન્ડલના એક પ્રયોગમાં ઊંચો વટાણાનો છોડ જેનાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં. તેનું સંકરણ નીચા વટાણાના છોડ કે જેનાં પુષ્પ સફેદ રંગનાં હતાં તેની સાથે કરાવવામાં આવ્યું. તેમની સંતતિના બધા જ છોડમાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં, પરંતુ તેમાંથી અડધોઅડધ છોડ નીચા હતા. આ પરથી કહી શકાય કે ઊંચા પિતૃ છોડની આનુવંશિક રચના નીચેના પૈકી એક હતી :

(a) TTWW (b) Ttww (c) TtWW (d) TtWw

2. સમજાત અંગો કે સમમૂલક અંગોનું ઉદાહરણ છે.

(a) આપણો હાથ અને કૂતરાનું અગ્રઉપાંગ (b) આપણા દાંત અને હાથીના દાંત

(c) બટાટા અને ઘાસનું પ્રરોહ (d) ઉપર્યુક્ત તમામ

3. ઉદ્‌વિકાસીય દૃષ્ટિકોણથી આપણી કોની સાથે વધારે સમાનતા છે ?

(a) ચીનનો વિદ્યાર્થી (b) ચિમ્પાન્ઝી (c) કરોળિયો (d) જીવાણુ

4. એક અભ્યાસ પરથી જાણી શકાયું કે આછા રંગની આંખોવાળાં બાળકોના પિતૃની (માતા-પિતા) આંખો પણ આછા રંગની હોય છે. તેના આધારે શું આપણે કહી શકીએ કે આંખોના આછા રંગનું લક્ષણ પ્રભાવી છે કે પ્રચ્છન્ન છે ? તમારા જવાબની સમજૂતી આપો.

5. જૈવ-ઉદ્‌વિકાસ અને વર્ગીકરણના અભ્યાસક્ષેત્ર કોઈ પ્રકારે કે રીતે પરસ્પર સંબંધિત છે ?

6. સમજાત અને સમરૂપ અંગોને ઉદાહરણો આપી સમજાવો.

7. કૂતરાની ચામડીના પ્રભાવી રંગને જાણવા માટેના હેતુથી એક પ્રૉજેક્ટ બનાવો.

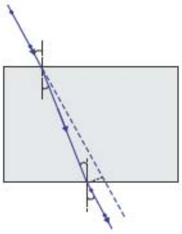
8. ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરવા માટે જીવાશ્મ કે અશ્મિનું શું મહત્ત્વ છે ?

9. કયા પુરાવાને આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, જીવની ઉત્પત્તિ અજૈવિક પદાર્થોમાંથી થઈ છે ?

10. 'અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલી ભિન્નતાઓ વધારે સ્થાયી હોય છે.' સમજાવો. આ લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોના ઉદ્‌વિકાસને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે.

11. સંતતિ કે બાળપેઢીમાં નર તેમજ માદા પિતૃઓ દ્વારા આનુવંશિક યોગદાનમાં સરખી ભાગીદારી કેવી રીતે સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે ?

12. માત્ર તે ભિન્નતાઓ જે કોઈ એકલ સજીવના માટે ઉપયોગી હોય છે, વસ્તીમાં પોતાના અસ્તિત્વને જાળવી રાખે છે. શું તમે આ વિધાન સાથે સહમત છો ? શા માટે ? તેમજ શા માટે નહિ ?



પ્રકરણ 10
પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વક્રીભવન (Light-Reflection and Refraction)

F6R4M4

વિશ્વમાં આપણી આસપાસ રહેલી અનેક પ્રકારની વસ્તુઓ આપણે જોઈએ છીએ. જોકે અંધારા ઓરડામાં આપણે કંઈ પણ જોવા માટે અસમર્થ છીએ. ઓરડાને પ્રકાશિત કરતાં તેમાં રહેલી વસ્તુઓ દૃશ્યમાન થાય છે. શાનાથી વસ્તુઓ દૃશ્યમાન બને છે ? દિવસ દરમિયાન સૂર્યનો પ્રકાશ આપણને વસ્તુઓને જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. વસ્તુ તેની પર પડતાં પ્રકાશને પરાવર્તિત કરે છે. આ પરાવર્તિત પ્રકાશ જ્યારે આપણી આંખો દ્વારા પ્રાપ્ત થાય ત્યારે તે આપણને વસ્તુઓ દેખવા શક્તિમાન બનાવે છે. આપણે પારદર્શક માધ્યમની આરપાર જોઈ શકીએ છીએ કારણ કે પ્રકાશ તેમાંથી પસાર થઈ શકે છે. પ્રકાશ સાથે અનેક સામાન્ય તથા અદ્ભુત ઘટનાઓ સંકળાયેલ છે જેમકે, અરીસાઓ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના, તારાઓનું ટમટમવું, મેઘધનુષ્યના સુંદર રંગો, માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશનું વાંકું વળવું વગેરે. પ્રકાશના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ આપણને તે સમજવામાં મદદરૂપ થશે.

આપણી આસપાસ બનતી સામાન્ય પ્રકાશીય ઘટનાઓનાં અવલોકનો પરથી આપણે તારણ કાઢી શકીએ કે પ્રકાશ સુરેખામાં ગતિ કરતો લાગે છે. કોઈ નાનું પ્રકાશ ઉદ્‌ગમસ્થાન અપારદર્શક વસ્તુનું તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ બનાવે છે – આ તથ્ય પ્રકાશના સુરેખ પથને પ્રદર્શિત કરે છે, જેને સામાન્ય રીતે પ્રકાશના કિરણ તરીકે દર્શાવાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

જો પ્રકાશના પથમાં રાખેલ અપારદર્શક વસ્તુ ખૂબ નાની હોય તો પ્રકાશ સુરેખપથ પર ગતિ કરવાને બદલે તેની ધાર પાસેથી વાંકો વળે છે – આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિવર્તન કહે છે. આ સ્થિતિમાં કિરણ પ્રકાશશાસ્ત્ર કે જેમાં રેખીયપથ વિચારધારા મુજબ કિરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે તે નિષ્ફળ જાય છે. વિવર્તન જેવી ઘટનાઓ સમજાવવા માટે પ્રકાશને તરંગ સ્વરૂપે માનવામાં આવે છે, જેનો વિસ્તૃત અભ્યાસ તમે આગળનાં ધોરણોમાં કરશો. 20મી સદીના પ્રારંભમાં ફરીથી તે સ્પષ્ટ થઈ ચૂક્યું હતું કે પ્રકાશની દ્રવ્ય સાથેની આંતરક્રિયાના અભ્યાસમાં પ્રકાશનો તરંગ સિદ્ધાંત પર્યાપ્ત નથી તથા પ્રકાશ ઘણી વાર કણોના પ્રવાહ સ્વરૂપે વર્તે છે. પ્રકાશની સાચી પ્રકૃતિ વિશે મતમતાંતરો કેટલાંક વર્ષો સુધી ચાલતા રહ્યા જ્યાં સુધી પ્રકાશનો આધુનિક ક્વૉન્ટમ સિદ્ધાંત અસ્તિત્વમાં ન આવ્યો કે જેમાં પ્રકાશને ન તો 'તરંગ' માનવામાં આવે છે ન તો 'કણ' – આવા સિદ્ધાંતમાં પ્રકાશના કણ સંબંધિત ગુણધર્મો તથા તરંગ પ્રકૃતિ વચ્ચે સમન્વય સાધવામાં આવ્યો.

આ પ્રકરણમાં આપણે પ્રકાશના પરાવર્તન અને વક્રીભવનની ઘટનાઓનો અભ્યાસ, પ્રકાશની સુરેખપથ પર થતી ગતિની મદદથી કરીશું. આ મૂળભૂત ખ્યાલો આપણને કુદરતમાં બનતી કેટલીક પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં મદદરૂપ થશે. આ પ્રકરણમાં આપણે ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા પ્રકાશના પરાવર્તન, પ્રકાશના વક્રીભવન તેમજ વાસ્તવિક જીવનમાં તેમની ઉપયોગિતાને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું.

10.1 પ્રકાશનું પરાવર્તન (Reflection of Light)

સંપૂર્ણ પૉલિશ કરેલી સપાટી, જેમકે અરીસો, તેના પર પડતા મોટા ભાગના પ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે.

તમે પ્રકાશના પરાવર્તનના નિયમો વિશે પહેલેથી જ જાણો છો. ચાલો ! આ નિયમો યાદ કરી લઈએ –

(i) આપાતકોણ અને પરાવર્તનકોણ સમાન હોય છે તથા

(ii) આપાતકિરણ, અરીસાના આપાતબિંદુએ સપાટીને દોરેલ લંબ અને પરાવર્તિત કિરણ એ બધા એક જ સમતલમાં હોય છે.

પરાવર્તનના આ નિયમો ગોળીય સપાટી સહિત બધા જ પ્રકારની પરાવર્તક સપાટીઓ માટે લાગુ પાડી શકાય છે. તમે સમતલ અરીસા વડે રચાતા પ્રતિબિંબથી પરિચિત છો. પ્રતિબિંબના ગુણધર્મો કેવા હોય છે ? સમતલ અરીસા દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી અને ચત્તું હોય છે. પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ જેટલું હોય છે. પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ તેટલા જ અંતરે રચાય છે જેટલા અંતરે અરીસાની આગળ વસ્તુ રાખેલ હોય. આ ઉપરાંત પ્રતિબિંબની બાજુઓ ઉલટાયેલી હોય છે. જો પરાવર્તક સપાટી ગોળીય હોય તો પ્રતિબિંબ કેવું રચાશે ? ચાલો શોધીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.1

- એક મોટી ચળકતી ચમચી લો. તમારો ચહેરો તેની વક્રસપાટીમાં જોવાનો પ્રયત્ન કરો.
- શું તમને પ્રતિબિંબ મળે છે ? તે નાનું છે કે મોટું ?
- ચમચીને ધીરે–ધીરે તમારા ચહેરાથી દૂર ખસેડતા જાઓ. પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો. તે કેવી રીતે બદલાય છે ?
- ચમચીને ઉલટાવીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. હવે પ્રતિબિંબ કેવું દેખાય છે ?
- બંને સપાટીઓ વડે મળતાં પ્રતિબિંબોની લાક્ષણિકતાઓની સરખામણી કરો.

ચળકતી ચમચીની વક્રસપાટીને ગોળીય અરીસા તરીકે ગણી શકાય. સૌથી વધુ ઉપયોગમાં આવતાં વક્ર અરીસા તરીકે ગોળીય અરીસા છે. આ પ્રકારના અરીસાઓની પરાવર્તક સપાટી કોઈ ગોળાના પૃષ્ઠનો એક ભાગ ગણી શકાય. આવા અરીસાઓ કે જેના પરાવર્તક પૃષ્ઠ ગોળીય હોય તેને ગોળીય અરીસા કહે છે. હવે આપણે ગોળીય અરીસાઓ વિશે વિસ્તારપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

10.2 ગોળીય અરીસાઓ (Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ કે બહારની તરફ વક્રાકાર હોઈ શકે. ગોળીય અરીસો કે જેની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ વળેલી એટલે કે ગોળાના કેન્દ્ર તરફ હોય તેને અંતર્ગોળ અરીસો (concave mirror) કહે છે. ગોળીય અરીસો કે જેની પરાવર્તક સપાટી બહારની તરફ વળેલી હોય તેને બહિર્ગોળ અરીસો (convex mirror) કહે છે. આ અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ (Schematic representation) આકૃતિ 10.1 માં દર્શાવેલ છે. આ આકૃતિમાં નોંધો કે અરીસાઓના પાછળના ભાગને છાયાંકિત (Shaded) કરેલ છે.

S5G1Q6

હવે તમે સમજી શકશો કે ચમચીની અંદર તરફની વક્ર સપાટી લગભગ અંતર્ગોળ અરીસા જેવી અને ચમચીની બહાર તરફ ઉપસેલી સપાટી લગભગ બહિર્ગોળ અરીસા જેવી ગણી શકાય.

(a) અંતર્ગોળ અરીસો *(b) બહિર્ગોળ અરીસો*

આકૃતિ 10.1

ગોળીય અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ, છાયાંકિત ભાગ અપરાવર્તક છે

ગોળીય અરીસાઓ વિશે વધારે સમજૂતી મેળવતા પહેલાં આપણે કેટલાંક પદો (terms)ના અર્થ, પરિચય અને સમજૂતી મેળવવાની જરૂર છે. આ પદો ગોળીય અરીસાઓની ચર્ચા કરતી વખતે સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટીના કેન્દ્રને અરીસાનું ધ્રુવ કહે છે. તે અરીસાના પૃષ્ઠ પર આવેલ હોય છે. ધ્રુવને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર P વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

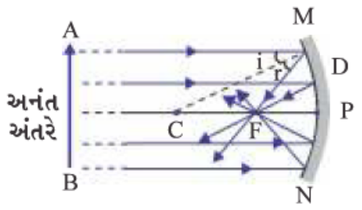
ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી ગોળાનો એક ભાગ છે. આ ગોળાને કેન્દ્ર હોય છે. આ કેન્દ્રને ગોળીય અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર કહે છે. તેને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવાય છે. અહીં ખાસ નોંધો કે વક્રતાકેન્દ્ર એ અરીસાનો ભાગ નથી. તે પરાવર્તક સપાટીની બહાર આવેલું હોય છે. અંતર્ગોળ અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર તેની આગળ તરફ આવેલું છે. જોકે બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તે અરીસાની પાછળ આવેલું હોય છે. આ હકીકત તમે આકૃતિ 10.2 (a) તથા (b)માં જોઈ શકો છો. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી જે ગોળાનો ભાગ છે તેની ત્રિજ્યાને અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા કહે છે. તેને મૂળાક્ષર R વડે દર્શાવાય છે. તમે નોંધો કે અંતર PC વક્રતાત્રિજ્યા જેટલું છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા વક્રતાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતી એક સુરેખા કલ્પો. આ રેખાને અરીસાની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. યાદ રાખો કે મુખ્ય અક્ષ, અરીસાના ધ્રુવ પાસે અરીસાને લંબ હોય છે. ચાલો! આપણે અરીસા સાથે સંકળાયેલ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પદને પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.2

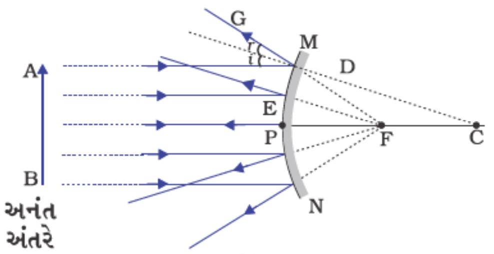
ચેતવણી : સૂર્ય તરફ પ્રત્યક્ષ કે સૂર્યપ્રકાશને પરાવર્તિત કરતા અરીસામાં ન જુઓ. તેનાથી કદાચ તમારી આંખોને નુકસાન થઈ શકે છે.

- એક અંતર્ગોળ અરીસાને તમારા હાથમાં પકડી તેની પરાવર્તક સપાટીને સૂર્ય તરફ રાખો.
- અરીસા દ્વારા પરાવર્તિત થતાં પ્રકાશને અરીસાની પાસે રાખેલ એક કાગળના પાના (શીટ) પર આપાત કરો.
- જ્યાં સુધી તમને કાગળના પાના પર એક પ્રકાશિત, તીક્ષ્ણ બિંદુ પ્રાપ્ત ન થાય ત્યાં સુધી કાગળના પાનાને ધીરે–ધીરે આગળ–પાછળ ખસેડો.
- અરીસા તથા કાગળને થોડી મિનિટો સુધી આ સ્થિતિમાં પકડી રાખો. તમે શું જુઓ છો ? આમ કેમ થાય છે ?

કાગળ સૌપ્રથમ સળગવાનું શરૂ કરે છે અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે. સમય જતાં તે આગ પણ પકડી શકે છે. તે કેમ સળગી ઊઠે છે ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ અરીસા દ્વારા એક તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ સ્વરૂપે કેન્દ્રિત થાય છે. વાસ્તવમાં કાગળના પાના પર પ્રકાશનું આ બિંદુ સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. સૂર્યપ્રકાશના કેન્દ્રિત થવાથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માને કારણે કાગળ સળગી ઊઠે છે. અરીસાના સ્થાનથી પ્રતિબિંબનું આ અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈનું આશરે મૂલ્ય આપે છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 10.2

(a) અંતર્ગોળ અરીસો

(b) બહિર્ગોળ અરીસો

ચાલો, આ અવલોકનને એક કિરણાકૃતિ (Ray diagram) વડે સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

આકૃતિ 10.2 (a) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. અંતર્ગોળ અરીસા પર મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કેટલાંક કિરણો આપાત થઈ રહ્યાં છે. પરાવર્તિત કિરણોનું અવલોકન કરો. તે બધા જ અરીસાની મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુ પાસે મળી રહ્યાં (છેદી રહ્યાં) છે. આ બિંદુને અંતર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. તે જ રીતે આકૃતિ 10.2 (b) જુઓ. બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો કેવી રીતે પરાવર્તિત થાય છે ? પરાવર્તિત કિરણો મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુમાંથી આવતાં હોય તેવો ભાસ થાય છે. આ બિંદુને બહિર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. મુખ્ય કેન્દ્રને F વડે દર્શાવાય છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા મુખ્ય કેન્દ્ર વચ્ચેના અંતરને કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે. તેને મૂળાક્ષર f વડે દર્શાવાય છે.

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી મોટે ભાગે ગોળીય હોય છે. આ સપાટીને એક વર્તુળાકાર સીમારેખા હોય છે. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટીની આ વર્તુળાકાર સીમારેખાના વ્યાસને અરીસાનું દર્પણમુખ (Aperture) કહે છે. આકૃતિ 10.2 માં અંતર MN દર્પણમુખ દર્શાવે છે. આપણી ચર્ચામાં આપણે ફક્ત તેવા અરીસાઓનો વિચાર કરીશું કે જેનું દર્પણમુખ તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય.

શું ગોળીય અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા R તથા કેન્દ્રલંબાઈ f વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? નાના દર્પણમુખ ધરાવતાં ગોળીય અરીસાઓ માટે વક્રતાત્રિજ્યા તેની કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં બમણી હોય છે. આપણે આ સંબંધને $R = 2f$ દ્વારા દર્શાવી શકીએ. જે દર્શાવે છે કે ગોળીય અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર તેના ધ્રુવ તથા વક્રતાકેન્દ્રને જોડતી રેખાનું મધ્યબિંદુ હોય છે.

10.2.1 ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ

(Image Formation by Spherical Mirrors)

તમે સમતલ અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. તમે તેના દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ વિશે પણ જાણો છો. ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબ કેવા હોય છે ? અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબોનું સ્થાન આપણે કેવી રીતે નક્કી કરી શકીએ ? શું આ પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે કે આભાસી ? શું તે મોટા છે, નાના છે કે સમાન પરિમાણ ધરાવે છે ? આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેની સમજૂતી મેળવીશું.

પ્રવૃત્તિ 10.3

તમે અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધવાની રીત અગાઉ શીખી ગયાં છો. પ્રવૃત્તિ 10.2માં તમે જોયું કે કાગળ પર મળેલ તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ ખરેખર સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. તે નાનું, વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ છે. અરીસાથી પ્રતિબિંબનું અંતર માપી તમે અંતર્ગોળ અરીસાની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ મેળવી હતી.

- એક અંતર્ગોળ અરીસો લો. ઉપર વર્ણવ્યા મુજબ તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય નોંધી લો. (તમે કોઈ દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ એક કાગળના પાના પર મેળવીને પણ કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય મેળવી શકો છો.)
- ટેબલ પર ચૉક વડે એક રેખા દોરો. અંતર્ગોળ અરીસાને એક સ્ટૅન્ડ પર ગોઠવો. સ્ટૅન્ડને રેખા પર એવી રીતે મૂકો કે જેથી અરીસાનો ધ્રુવ આ રેખા પર આવે.
- ચૉક વડે બીજી બે રેખાઓ અગાઉ દોરેલ રેખાને સમાંતર એવી રીતે દોરો કે જેથી બે ક્રમિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય. આ રેખાઓ અનુક્રમે બિંદુ P, F અને C નું સ્થાન દર્શાવે છે. યાદ રાખો કે, નાના દર્પણમુખવાળા ગોળીય અરીસાઓનું મુખ્ય કેન્દ્ર F, ધ્રુવ P અને વક્રતાકેન્દ્ર Cના મધ્યમાં હોય છે.
- એક તેજસ્વી વસ્તુ, જેમકે સળગતી મીણબત્તી, વક્રતાકેન્દ્ર C થી ઘણે દૂર મૂકો. એક કાગળના પડદાને અરીસાની સામે રાખીને જ્યાં સુધી મીણબત્તીની જ્યોતનું પ્રતિબિંબ તેના પર ન મળે ત્યાં સુધી અરીસા તરફ ખસેડો.
- પ્રતિબિંબનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો. તેનાં પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણની વસ્તુના પરિમાણ સાપેક્ષે નોંધ કરો.
- આ પ્રવૃત્તિનું મીણબત્તીના નીચે દર્શાવેલ સ્થાનો માટે પુનરાવર્તન કરો. - (a) C થી થોડે દૂર (b) C પર (c) F તથા Cની વચ્ચે (d) F પર તથા (e) P અને F ની વચ્ચે
- આ બધા પૈકી એક સ્થિતિમાં તમે પડદા પર પ્રતિબિંબ નહિ મેળવી શકો. આ સ્થિતિમાં વસ્તુનું સ્થાન નક્કી કરો. ત્યાર બાદ અરીસામાં તેનું આભાસી પ્રતિબિંબ મેળવો.
- તમારાં અવલોકનોને અવલોકન–કોઠામાં નોંધો.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં તમે જોશો કે અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ બિંદુ P, F તથા Cની સાપેક્ષમાં વસ્તુના સ્થાન પર આધાર રાખે છે. વસ્તુનાં કેટલાંક સ્થાનો માટે મળતું પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક હોય છે. વસ્તુનાં બીજાં કેટલાંક ચોક્કસ સ્થાનો માટે તે આભાસી હોય છે. વસ્તુના સ્થાન અનુસાર પ્રતિબિંબ મોટું, નાનું કે સમાન પરિમાણનું હોય છે. તમારા સંદર્ભ માટે આ અવલોકનોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન નીચેના કોષ્ટક 10.1 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 10.1 અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનોને અનુરૂપ રચાતાં પ્રતિબિંબ

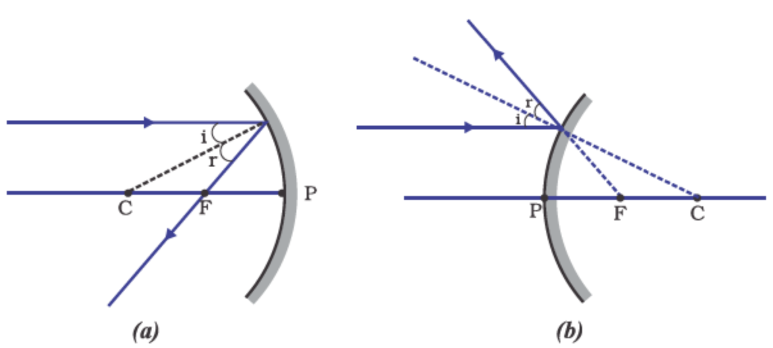
વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું માપ (Size)	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C થી દૂર	F અને Cની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C પર	C પર	સમાન માપ (સાઇઝ)નું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C અને F ની વચ્ચે	Cથી દૂર	વિવર્ધિત (મોટું)	વાસ્તવિક અને ઊલટું
F પર	અનંત અંતરે	ખૂબ જ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઊલટું
P અને Fની વચ્ચે	અરીસાની પાછળ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચત્તું

10.2.2 કિરણાકૃતિ (Ray diagram)ના ઉપયોગ દ્વારા ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનું નિરૂપણ (Representation of Images Formed by Spherical Mirrors Using Ray Diagrams)

ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ આપણે કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ કરી શકીએ છીએ. ગોળીય અરીસાની સામે મૂકેલ એક નિયત સાઇઝની મોટી વસ્તુનો વિચાર કરો. આ મોટી વસ્તુનો દરેક નાનો ભાગ એક બિંદુવત્ વસ્તુ તરીકે કાર્ય કરે છે. આ દરેક બિંદુઓમાંથી અનંત સંખ્યામાં કિરણો ઉત્પન્ન થાય છે. વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે કિરણાકૃતિ બનાવતી વખતે કોઈ બિંદુમાંથી નીકળતાં કિરણોની વિશાળ સંખ્યામાંથી અનુકૂળતા મુજબ કેટલાંક કિરણો લઈ શકાય છે. જોકે સ્પષ્ટ કિરણાકૃતિ દોરવા માટે ફક્ત બે કિરણોનો વિચાર કરવો વધારે સગવડભર્યો છે. આ કિરણો એવા પસંદ કરવા જોઈએ કે જેની દિશા અરીસા પરથી પરાવર્તન પામ્યાં બાદ સરળતાથી જાણી શકાય.

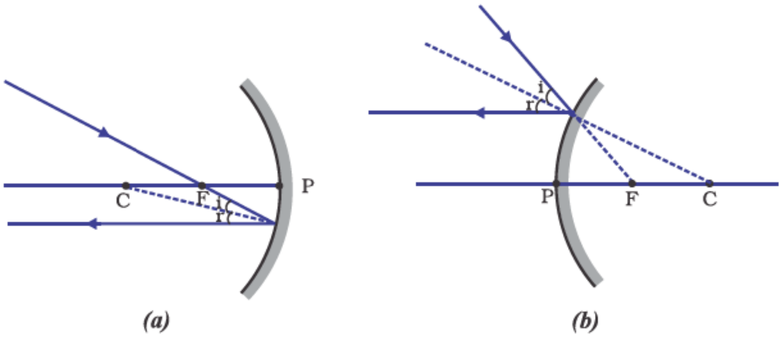
કોઈ બિંદુવત્ વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન ઓછામાં ઓછાં બે પરાવર્તિત કિરણોના છેદન દ્વારા મેળવી શકાય છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે નીચેનાં પૈકી કોઈ પણ બે કિરણો પર વિચાર કરી શકાય :

(i) મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં આપાત થતું પ્રકાશનું કિરણ પરાવર્તન પામ્યા બાદ અંતર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થશે અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્ર પરથી વિકેન્દ્રિત થતું હોય તેવો ભાસ થશે. તે આકૃતિ 10.3 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



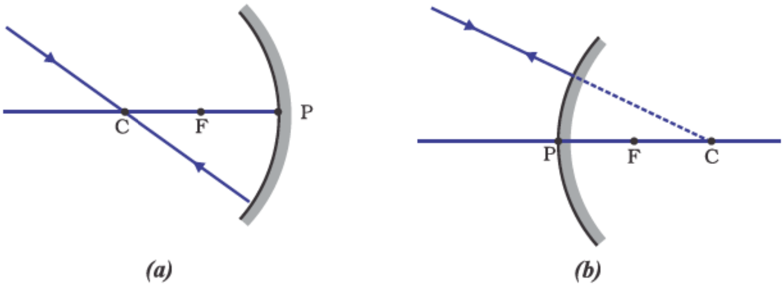
આકૃતિ 10.3

(ii) અંતર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું પ્રકાશનું કિરણ અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ ગતિ કરતું હોય તેવું કિરણ પરાવર્તન પામ્યાં બાદ મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં પરાવર્તિત થાય છે. જે આકૃતિ 10.4 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



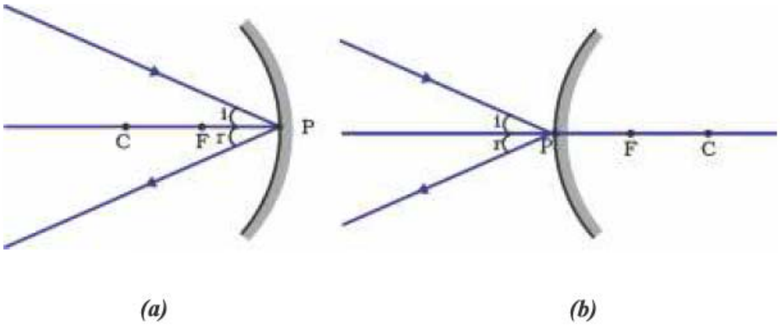
આકૃતિ 10.4

(iii) અંતર્ગોળ અરીસાના વક્રતાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતું અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના વક્રતાકેન્દ્રની દિશામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ અરીસા પરથી પરાવર્તન પામી તે જ પથ પર પાછું ફરે છે. જે આકૃતિ 10.5 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે. પ્રકાશનું કિરણ તે જ પથ પર એટલા માટે પાછું ફરે છે કારણ કે આપાતકિરણ અરીસાની પરાવર્તક સપાટીને લંબરૂપે આપાત થાય છે.



આકૃતિ 10.5

(iv) અરીસાની મુખ્ય અક્ષ સાથે નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં બિંદુ P (અરીસાનું ધ્રુવ) પર આપાત થતું કિરણ અંતર્ગોળ અરીસા [આકૃતિ 10.6 (a)] અથવા [આકૃતિ 10.6 (b)] પરથી પરાવર્તન પામી તે જ નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં પરાવર્તન પામે છે. આપાતબિંદુ (બિંદુ P) પાસે મુખ્ય અક્ષ સાથે સમાન કોણ બનાવતાં આપાત તથા પરાવર્તિત કિરણો, પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન કરે છે.

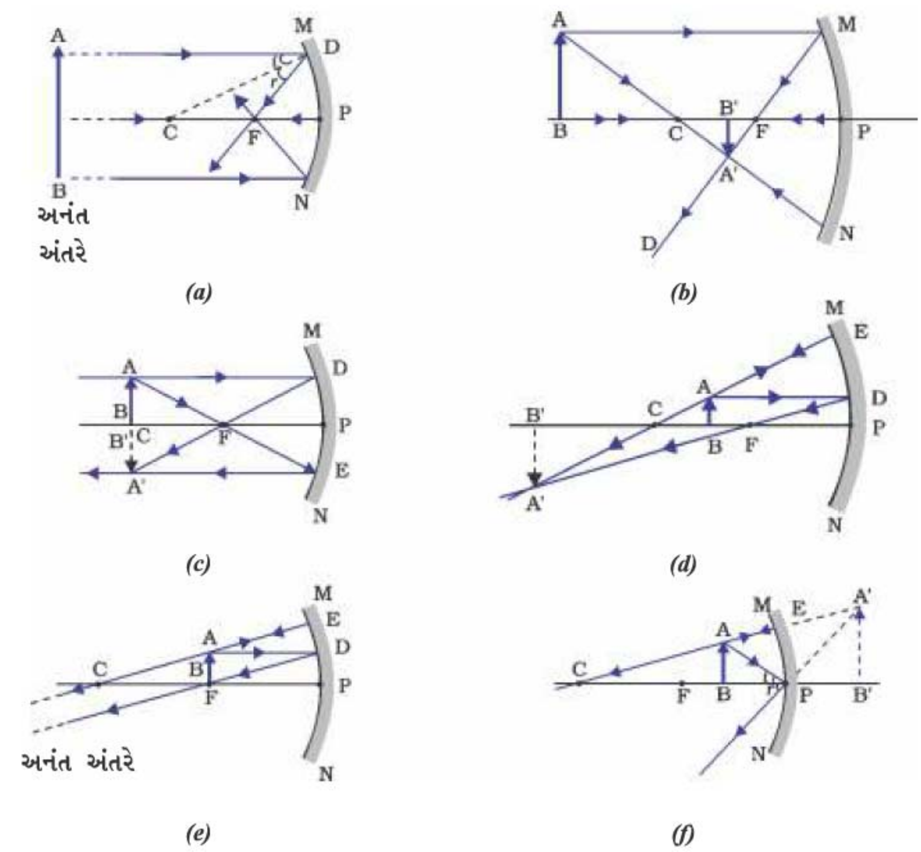


આકૃતિ 10.6

યાદ રાખો કે ઉપરના બધા જ કિસ્સાઓમાં પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન થાય છે. આપાત–બિંદુ પાસેથી આપાતકિરણ એવી રીતે પરાવર્તન પામે છે કે જેથી પરાવર્તન કોણનું મૂલ્ય આપાત–કોણના મૂલ્ય જેટલું થાય.

(a) અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Concave Mirror)

આકૃતિ 10.7માં વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના કિરણાકૃતિ દ્વારા દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 10.7 અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ

પ્રવૃત્તિ 10.4

- કોષ્ટક 10.1માં દર્શાવેલ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સ્વચ્છ કિરણાકૃતિ દોરો.
- પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે તમે અગાઉના વિભાગમાં વર્ણવેલ કોઈ પણ બે કિરણો લઈ શકો છો.
- તમારી કિરણાકૃતિઓને આકૃતિ 10.7માં દર્શાવેલ કિરણાકૃતિઓ સાથે સરખાવો.
- દરેક સ્થિતિમાં બનતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ જણાવો.
- તમારાં પરિણામોને અનુકૂળ સ્વરૂપ (format)માં કોષ્ટકમાં દર્શાવો.

અંતર્ગોળ અરીસાઓના ઉપયોગ (Uses of concave mirrors)

અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ટૉર્ચ, સર્ચલાઇટ તથા વાહનોની હેડ લાઇટ (head lights)માં પ્રકાશના શક્તિશાળી સમાંતર કિરણજૂથ મેળવવા માટે કરવામાં આવે છે. ઘણી વાર તેમનો ઉપયોગ દાઢી કરવાના અરીસા (Shaving mirrors) તરીકે ચહેરાનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરવામાં આવે છે. દાંતના ડૉક્ટરો અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ દર્દીઓના દાંતનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરે છે. સૌર ભઠ્ઠીઓમાં સૂર્યપ્રકાશને કેન્દ્રિત કરવા માટે મોટા અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

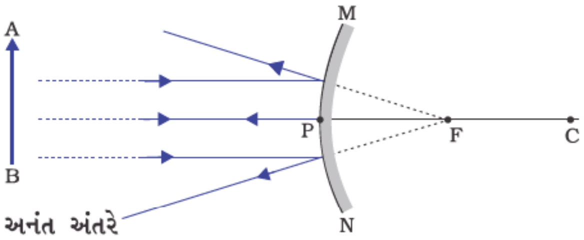
(b) બહિર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image formation by a Convex Mirror)

આપણે અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

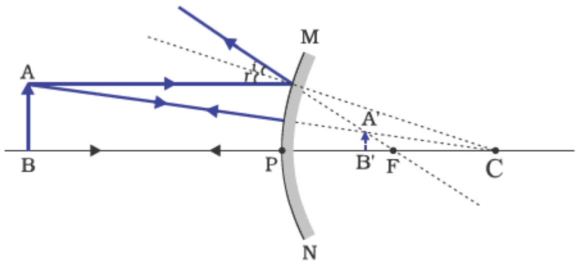
પ્રવૃત્તિ 10.5

- એક બહિર્ગોળ અરીસો લો. તેને એક હાથમાં પકડો.
- બીજા હાથમાં એક પેન્સિલને તેની અણી ઉપરની તરફ રહે તેમ સીધી પકડો.
- અરીસામાં પેન્સિલનું પ્રતિબિંબ જુઓ. પ્રતિબિંબ ચત્તું છે કે ઊલટું ? તે નાનું છે કે મોટું ?
- પેન્સિલને ધીરે–ધીરે અરીસાથી દૂર લઈ જાઓ. શું પ્રતિબિંબ નાનું થાય છે કે મોટું ?
- આ પ્રવૃત્તિને સાવધાનીપૂર્વક પુનરાવર્તિત કરો. જણાવો કે જ્યારે વસ્તુને અરીસાથી દૂર લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે તેનું પ્રતિબિંબ મુખ્ય કેન્દ્રની નજીક આવે છે કે દૂર જાય છે ?

બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો અભ્યાસ કરવા માટે આપણે વસ્તુનાં બે સ્થાનો ધ્યાનમાં લઈશું. પ્રથમ સ્થિતિમાં વસ્તુ અનંત અંતરે હોય ત્યારે તથા બીજી સ્થિતિમાં વસ્તુ અરીસાથી ચોક્કસ અંતરે હોય. વસ્તુની આ બંને સ્થિતિઓમાં બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ અનુક્રમે આકૃતિ 10.8 (a) તથા 10.8(b)માં દર્શાવેલ છે. પરિણામોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન કોષ્ટક 10.2માં આપેલ છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 10.8 બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબો

કોષ્ટક 10.2 : બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર અરીસાની પાછળ	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્	આભાસી અને ચત્તું
અનંત અંતરે તથા અરીસાના ધ્રુવ (P) વચ્ચે ગમે ત્યાં	અરીસાની પાછળ P અને Fની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચત્તું

અત્યાર સુધી તમે સમતલ અરીસા, અંતર્ગોળ અરીસા તથા બહિર્ગોળ અરીસા વડે બનતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. આ પૈકી કયો અરીસો કોઈ મોટી વસ્તુનું આખું પ્રતિબિંબ આપશે ? ચાલો ! એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તે સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.6

- સમતલ અરીસામાં કોઈ દૂર રહેલી વસ્તુ જેમકે કોઈ દૂર રહેલ વૃક્ષના પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો.
- શું તમને સંપૂર્ણ (Full length) પ્રતિબિંબ જોવા મળે છે ?

- જુદી–જુદી સાઇઝના સમતલ અરીસાનો ઉપયોગ કરી આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. શું તમે અરીસામાં વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો ?
- અંતર્ગોળ અરીસો લઈને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. શું આ અરીસો વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ દર્શાવે છે ?
- હવે એક બહિર્ગોળ અરીસો લઈને પ્રયત્ન કરી જુઓ. શું તમને સફળતા મળે છે ? તમારાં અવલોકનો કારણો સહિત સમજાવો.

તમે એક નાના બહિર્ગોળ અરીસામાં કોઈ ઊંચી ઇમારત/વૃક્ષનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો. આગ્રાના કિલ્લાની એક દીવાલ પર આવો જ એક અરીસો રાખેલ છે. જો તમે આગ્રાના કિલ્લાની મુલાકાતે જાઓ તો દીવાલ પર રાખેલા આ અરીસાની મદદથી કોઈ દૂરની ઊંચી ઇમારત/મકબરાને જોવાનો પ્રયત્ન કરજો. મકબરાને સ્પષ્ટ રૂપે જોવા માટે તમારે દીવાલ સાથેની અગાશી (terrace) પર યોગ્ય સ્થાને ઊભા રહેવું પડશે.

બહિર્ગોળ અરીસાના ઉપયોગો (Uses of convex mirrors)

બહિર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વાહનોમાં પાછળનાં દૃશ્યો જોવા માટેના અરીસા (wing) તરીકે કરવામાં આવે છે. આવા અરીસાઓ વાહનની સાઇડ પર લગાડવામાં આવે છે. જેમાં ડ્રાઇવર તેની / તેણીની પાછળ આવતાં ટ્રાફિકને જોઈ શકે છે, જેથી તે સુરક્ષિત રીતે પોતાનું વાહન ચલાવી શકે. બહિર્ગોળ અરીસાઓ એટલા માટે પસંદ કરવામાં આવે છે કારણ કે તેમના દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબો હંમેશાં નાના પરંતુ ચત્તાં હોય છે. સાથે–સાથે તેમનાં દૃષ્ટિક્ષેત્રો પણ વિશાળ મળે છે કારણ કે તેઓ બહારની તરફ વક્રાકાર હોય છે, તેથી સમતલ અરીસાની સરખામણીમાં બહિર્ગોળ અરીસા ડ્રાઇવરને તેની પાછળનો બહુ મોટો વિસ્તાર દર્શાવી શકે છે.

પ્રશ્નો

1. અંતર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર વ્યાખ્યાયિત કરો.
2. એક ગોળીય અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા 20 cm છે. તેની કેન્દ્રલંબાઈ કેટલી હશે ?
3. એવા અરીસાનું નામ આપો જે વસ્તુનું ચત્તું તથા વિવર્ધિત પ્રતિબિંબ આપે.
4. આપણે વાહનોમાં પાછળનું દૃશ્ય જોવા માટેના અરીસા તરીકે બહિર્ગોળ અરીસાને કેમ પસંદ કરીએ છીએ ?

10.2.3 ગોળીય અરીસા વડે થતા પરાવર્તન માટે સંજ્ઞા–પદ્ધતિ (Sign Convention for Reflection by Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસા વડે થતાં પ્રકાશના પરાવર્તનની ચર્ચા વખતે આપણે એક નિશ્ચિત સંજ્ઞા–પદ્ધતિનું પાલન કરીશું, જેને નવી કાર્તેઝિય યામપદ્ધતિ કહે છે. આ પદ્ધતિમાં અરીસાના ધ્રુવ (P) ને ઊગમબિંદુ તરીકે લેવામાં આવે છે. અરીસાની મુખ્ય અક્ષને યામપદ્ધતિની X–અક્ષ (X'X) તરીકે લેવામાં આવે છે. આ સંજ્ઞાઓ નીચે પ્રમાણે છે –

(i) વસ્તુ હંમેશાં અરીસાની ડાબી બાજુ રાખવામાં આવે છે. એનો અર્થ એ થયો કે વસ્તુ પરથી આવતો પ્રકાશ અરીસા પર ડાબી બાજુથી આપાત થાય છે.

(ii) બધાં જ અંતરો અરીસાના ધ્રુવથી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર માપવામાં આવે છે.

(iii) ઊગમબિંદુ (ધ્રુવ)થી જમણી બાજુ (+X દિશામાં) માપેલ બધાં જ અંતરો ધન અને ઊગમબિંદુથી ડાબી બાજુ (–X દિશામાં) માપેલ બધાં જ અંતરો ઋણ ગણવામાં આવે છે.

(iv) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે ઉપરની તરફ (+Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઊંચાઈ) ધન લેવામાં આવે છે.

(v) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે નીચેની તરફ (–Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઊંચાઈ) ઋણ લેવામાં આવે છે.

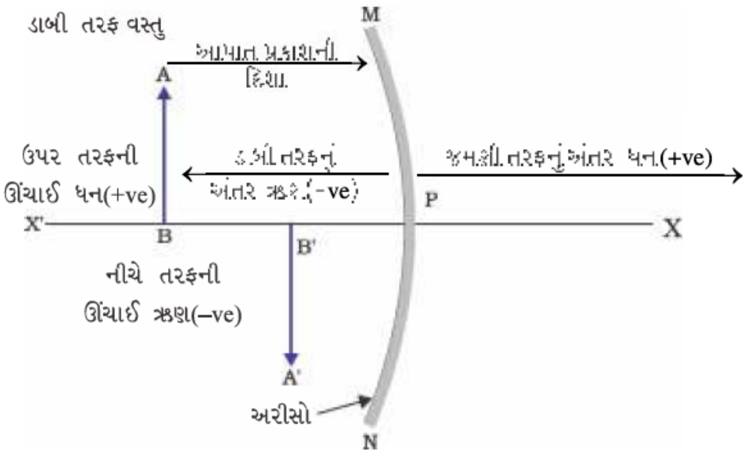
ઉપર વર્ણવેલ નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ તમારા સંદર્ભ માટે આકૃતિ 10.9માં દર્શાવેલ છે. અરીસાનું સૂત્ર મેળવવા તેમજ તેને સંબંધિત દાખલા (numerical problems) ના ઉકેલ માટે આ સંજ્ઞાપદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલ છે.

10.2.4 અરીસાનું સૂત્ર અને મોટવણી (Mirror Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસામાં તેના ધ્રુવથી વસ્તુનું અંતર વસ્તુઅંતર (u) કહેવાય છે. અરીસાના ધ્રુવથી પ્રતિબિંબનું અંતર, પ્રતિબિંબ અંતર (v) કહેવાય છે. તમને પહેલાથી જ ખ્યાલ છે કે ધ્રુવથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીનું અંતર કેન્દ્રલંબાઈ (f) કહેવાય છે. આ ત્રણેય રાશિઓ વચ્ચે એક સંબંધ છે જેને અરીસાના સૂત્ર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ સૂત્રને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f} \qquad (10.1)$$

આ સૂત્ર બધા જ પ્રકારના ગોળીય અરીસાઓ માટે તેમજ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સાચા છે. પ્રશ્નોનો ઉકેલ મેળવતી વખતે જ્યારે તમે અરીસાના સૂત્રમાં u, v, f તથા R નાં મૂલ્યો મૂકો ત્યારે તમારે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞા પદ્ધતિનો ઉપયોગ ફરજિયાત કરવો જોઈએ.



આકૃતિ 10.9

ગોળીય અરીસા માટે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ

મોટવણી (Magnification)

ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ વસ્તુના માપની સાપેક્ષે કેટલું વિવર્ધિત છે તેનું સાપેક્ષ પ્રમાણ આપે છે. તેને પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ અને વસ્તુની ઊંચાઈના ગુણોત્તર રૂપે રજૂ કરી શકાય છે. તેને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર m દ્વારા રજૂ કરાય છે.

જો વસ્તુની ઊંચાઈ h હોય તથા પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' હોય તો ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી (m) નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય છે :

$$m=\frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ }(h')}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ }(h)}$$

$$m=\frac{h'}{h} \qquad (10.2)$$

મોટવણી m ને વસ્તુઅંતર (u) તથા પ્રતિબિંબ અંતર (v) સાથે પણ સાંકળી શકાય. તેને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય છે :

$$\text{મોટવણી } (m) = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \qquad (10.3)$$

અહીં નોંધો કે વસ્તુની ઊંચાઈ ધન લેવામાં આવે છે કારણ કે મોટે ભાગે વસ્તુ મુખ્ય અક્ષની ઉપર રાખવામાં આવે છે. આભાસી પ્રતિબિંબો માટે પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ ધન લેવી પડે. જ્યારે વાસ્તવિક પ્રતિબિંબો માટે તેને ઋણ લેવામાં આવે છે. મોટવણીના મૂલ્યમાં રહેલા ઋણ ચિહ્નથી પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે તેમ જાણી શકાય છે. મોટવણીના મૂલ્યમાં ધન ચિહ્ન દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી છે.

ઉદાહરણ 10.1

કોઈ વાહનમાં પાછળનાં દ્રશ્યો જોવા માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલ બહિર્ગોળ અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા 3.00 m છે. જો એક બસ અરીસાથી 5.00 m અંતરે આવેલ હોય, તો આ અરીસા વડે મળતાં પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર તથા પરિમાણ નક્કી કરો.

ઉકેલ

વક્રતાત્રિજ્યા $R = +3.00$ m

વસ્તુ અંતર $u = -5.00$ m

પ્રતિબિંબ અંતર $v = ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = R/2 = +\frac{3.00\,\text{m}}{2} = +1.50$ m (કારણ કે બહિર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર અરીસાની પાછળ છે.)

હવે, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

અથવા $\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u}=+\frac{1}{1.50}-\frac{1}{(-5.00)}=\frac{1}{1.50}+\frac{1}{5.00}$

$$=\frac{5.00+1.50}{7.50}$$

$$v=\frac{+7.50}{6.50}=+1.15 \text{ m}$$

આમ, પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ 1.15 m અંતરે મળે છે.

મોટવણી $m = \frac{h'}{h}=-\frac{v}{u}=-\frac{1.15\text{ m}}{-5.00\text{ m}}$

$= +0.23$

પ્રતિબિંબ આભાસી, ચત્તુ અને પરિમાણમાં વસ્તુથી 0.23 ગણું નાનું છે.

ઉદાહરણ 10.2

4.0 cm ઊંચાઈની વસ્તુ કોઈ 15.0 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા અંતર્ગોળ અરીસાથી 25.0 cm અંતરે રાખેલ છે. અરીસાથી કેટલા અંતરે પડદાને રાખવો જોઈએ કે જેથી તેના પર સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ પ્રાપ્ત થાય ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર તથા તેની ઊંચાઈ શોધો.

ઉકેલ

વસ્તુઊંચાઈ $h = +4.0$ cm

વસ્તુઅંતર $u = -25.0$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ $f = -15.0$ cm

પ્રતિબિંબ અંતર $v = ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = ?$

સમીકરણ (10.1) પરથી, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

અથવા $\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u}=\frac{1}{-15.0}-\frac{1}{-25.0}=-\frac{1}{15.0}+\frac{1}{25.0}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{-5.0 + 3.0}{75.0} = \frac{-2.0}{75.0}$ અથવા $v = -37.5$ cm

આમ, પડદો 37.5 cm અંતરે રાખવો જોઈએ. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે, તથા મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$.

અથવા $h' = -\frac{vh}{u} = -\frac{(-37.5 \text{ cm}) (+4.0 \text{cm})}{(-25.0 \text{ cm})}$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = -6.0$ cm

પ્રતિબિંબ ઊલટું અને વિવર્ધિત છે.

પ્રશ્નો

1. 32 cm વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
2. એક અંતર્ગોળ અરીસો તેની સામે 10 cm અંતરે રાખેલ વસ્તુનું ત્રણગણું મોટું (વિવર્ધિત) વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ આપે છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન ક્યાં હશે ?

10.3 પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of Light)

V4L8W5

પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશ સુરેખ પથ પર ગતિ કરતો જોવા મળે છે. જ્યારે પ્રકાશ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે શું થાય છે ? શું તે હજુ પણ સુરેખ પથ પર ગતિ કરે છે કે પોતાની દિશા બદલે છે ? આપણે આપણા રોજબરોજના કેટલાક અનુભવો યાદ કરીશું.

તમે જોયું હશે કે પાણી ભરેલ ટૅન્ક અથવા તળાવની સપાટી ઉપર તરફ ખસેલી (ઊંચકાયેલી) દેખાય છે. તે જ રીતે એક કાચના લંબઘનને મુદ્રિત સાહિત્ય પર રાખી લંબઘનની ઉપરથી જોતાં અક્ષર ઉપર તરફ ખસેલા જોવા મળે છે. આવું કેમ થાય છે ? તમે પાણી ભરેલ ગ્લાસમાં અંશતઃ ડુબાડેલ પેન્સિલ જોઈ છે ? તે હવા તથા પાણીના આંતરપૃષ્ઠ (એટલે કે પાણીની ઉપરની સપાટી) પાસે વાંકી વળેલી જણાય છે. તમે એ પણ જોયું હશે કે, કાચના ગ્લાસમાં રાખેલ લીંબુ તેના વાસ્તવિક માપ કરતાં મોટું દેખાય છે. આ અનુભવો (અવલોકનો)ની સમજૂતી તમે કેવી રીતે આપશો ?

ચાલો આપણે પાણીમાં અંશતઃ ડૂબેલી પેન્સિલ વાંકી દેખાવાના કિસ્સા પર વિચાર કરીએ. પેન્સિલના પાણીમાં ડૂબેલા ભાગ પરથી તમારા સુધી પહોંચતા પ્રકાશનાં કિરણો, પેન્સિલના પાણીથી બહાર રહેલા ભાગની સરખામણીમાં અલગ દિશામાંથી આવતાં જણાય છે. તેના કારણે પેન્સિલ વાંકી વળેલી જણાય છે. આ જ કારણસર અક્ષરોની ઉપર કાચનું ચોસલું રાખીને જોતાં તે ઉપર તરફ ખસેલા જણાય છે.

જો પાણીને બદલે કેરોસીન કે ટર્પેન્ટાઈન જેવા અન્ય કોઈ પ્રવાહીનો ઉપયોગ કરીએ તોપણ પેન્સિલ આટલી જ વાંકી જણાશે ? જો આપણે કાચના લંબઘનને બદલે પારદર્શક પ્લાસ્ટિકના લંબઘનનો ઉપયોગ કરીએ તો ત્યારે પણ અક્ષરો આટલા જ ઉપર ખસેલા જણાશે ? તમે અનુભવશો કે માધ્યમોની અલગ-અલગ જોડ માટે આ અસરની માત્રા અલગ-અલગ છે. આ અવલોકનો દર્શાવે છે કે પ્રકાશ બધાં માધ્યમોમાં એક જ દિશામાં ગતિ કરતો નથી. એવું જોવા મળે છે કે એક માધ્યમમાંથી બીજા

માધ્યમમાં ત્રાંસી રીતે પ્રવેશતાં પ્રકાશનાં ત્રાંસા કિરણના પ્રસરણની દિશા બીજા માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. આ ઘટનાને પ્રકાશનું વક્રીભવન કહે છે. આ ઘટનાને વિસ્તારપૂર્વક સમજવા માટે આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 10.7

- પાણીથી ભરેલ ડોલના તળિયે એક સિક્કો મૂકો.
- તમારી આંખોને પાણીની સપાટી ઉપર એક બાજુ રાખીને સિક્કાને એક જ પ્રયત્નમાં ઉઠાવવાનો પ્રયત્ન કરો ? શું તમે સિક્કો ઉઠાવવામાં સફળ થાઓ છો ?
- આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમે એક જ પ્રયત્નમાં આ કરવામાં સફળ કેમ ન થયા?
- તમારા મિત્રોને આ પ્રવૃત્તિ કરવાનું કહો. તેમની સાથે તમારા અનુભવની સરખામણી કરો.

પ્રવૃત્તિ 10.8

- એક મોટા છીછરા કટોરાને ટેબલ પર રાખી તેમાં એક સિક્કો મૂકો.
- કટોરાથી ધીરે–ધીરે દૂર જાઓ. જ્યારે સિક્કો દેખાવાનો બંધ થાય કે તરત જ ત્યાં અટકી જાઓ.
- તમારા મિત્રને સિક્કાને ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય ધીરે–ધીરે કટોરામાં પાણી ઉમેરવાનું કહો.
- તમારા સ્થાનેથી સિક્કાને જોતા રહો. શું સિક્કો આજ સ્થાનેથી ફરીથી દેખાવા લાગશે ? આ કેવી રીતે શક્ય બને છે ?

કટોરામાં પાણી ભરતાં સિક્કો ફરીથી દેખાવા લાગે છે. પ્રકાશના વક્રીભવનને કારણે સિક્કો પોતાની વાસ્તવિક સ્થિતિથી થોડો ઉપર ખસેલો જોવા મળે છે.

પ્રવૃત્તિ 10.9

- ટેબલ પર રાખેલ એક સફેદ કાગળના પાના પર શાહી (ink)ની જાડી સીધી રેખા દોરો.
- આ રેખા પર એક કાચના ચોસલાને એવી રીતે મૂકો કે તેની કોઈ એક ધાર આ રેખા સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ચોસલાની નીચે આવેલ રેખાના ભાગને બાજુઓ પરથી જુઓ. તમને શું દેખાય છે ? શું કાચના ચોસલાની નીચેની રેખા ધારો [(કિનારીઓ edges)] પાસે વાંકી વળેલી દેખાય છે ?
- હવે કાચના ચોસલાને એવી રીતે રાખો કે જેથી તે રેખાને લંબ હોય. હવે તમે શું જુઓ છો ? શું કાચના ચોસલાની નીચે રેખાનો ભાગ વાંકો વળેલો દેખાય છે ?
- રેખાને કાચના ચોસલાની ઉપરથી જુઓ. શું ચોસલાની નીચે રહેલ રેખાનો ભાગ ઉપર ખસેલો જણાય છે ? આવું કેમ થાય છે ?

10.3.1 કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી પ્રકાશનું વક્રીભવન

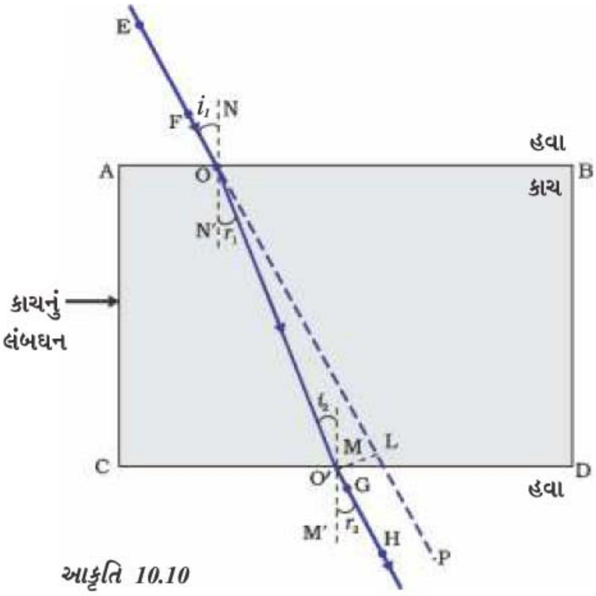
(Refraction through a Rectangular Glass Slab)

કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી થતા પ્રકાશના વક્રીભવનને સમજવા માટે ચાલો આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 10.10

- ડ્રૉઇંગ બોર્ડ પર ડ્રૉઇંગ પિનોની મદદથી એક સફેદ કાગળનું પાનું લગાડો.
- પાના પર મધ્યમાં એક લંબઘનને મૂકો.
- પેન્સિલથી લંબઘનની સીમાઓ દોરો. તેને ABCD નામ આપીએ.
- ચાર એકસમાન ટાંકણીઓ લો.
- બે ટાંકણીઓ ધારો કે E તથા F ઊર્ધ્વ સમતલમાં એવી રીતે લગાડો કે જેથી તેમને જોડતી રેખા AB ધાર સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ટાંકણીઓ E તથા F નાં પ્રતિબિંબોને વિરુદ્ધ સપાટી પરથી જુઓ. બીજી બે ટાંકણીઓ ધારો કે G તથા H ને એવી રીતે લગાડો કે જેથી આ ટાંકણીઓ તથા E અને F નાં પ્રતિબિંબ એક સીધી રેખા પર આવેલાં હોય.
- ટાંકણીઓ તથા લંબઘનને દૂર કરો.
- ટાંકણીઓ E તથા F ની અણીઓ (tip)ના સ્થાનને જોડો તથા આ રેખાને AB સુધી લંબાવો. ધારો કે EF, ABને બિંદુ O પાસે મળે છે. આ જ રીતે ટાંકણીઓ G તથા H ની અણીઓના સ્થાનને જોડો તથા મળતી રેખાને CD ધાર સુધી લંબાવો. ધારો કે HG, CD ને O′ પાસે મળે છે.
- O તથા O′ ને જોડો. EF ને પણ P સુધી લંબાવો, જે આકૃતિ 10.10માં તૂટક રેખા વડે દર્શાવેલ છે.

આ પ્રવૃત્તિમાં તમે નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણબિંદુ O તથા O′ પાસે પોતાની દિશા બદલે છે. નોંધો કે બંને બિંદુ O તથા O′ બે પારદર્શી માધ્યમોને છૂટા પાડતી સપાટીઓ પર આવેલા છે. O પાસે ABને લંબ NN′ દોરો તથા O′ બિંદુએ CDને લંબ MM′ દોરો. બિંદુ O પાસે પ્રકાશનું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં એટલે કે હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. અહીં નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળે છે. બિંદુ O′ પાસે પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં એટલે કે ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે. અહીં પ્રકાશનું કિરણ લંબથી દૂર જાય છે. બંને વક્રીકારક સપાટીઓ AB અને CD પાસે આપાતકોણ તથા વક્રીભવનકોણનાં મૂલ્યોની સરખામણી કરો.



આકૃતિ 10.10
કાચના લંબઘન વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન

આકૃતિ 10.10માં EO કિરણ સપાટી AB પર ત્રાંસું આપાત થાય છે. તેને આપાતકિરણ કહે છે. OO′ વક્રીભૂતકિરણ છે તથા O′H નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે નિર્ગમનકિરણ, આપાત-કિરણની દિશાને સમાંતર છે. આવું કેમ થાય છે ? કાચના લંબઘન ચોસલાની સામસામેની સપાટીઓ AB (હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ) તથા CD (કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ) પર પ્રકાશના કિરણના વાંકા વળવાનું પ્રમાણ સમાન અને વિરુદ્ધ હોય છે. આ જ કારણસર નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. જોકે પ્રકાશનું કિરણ થોડું બાજુ પર ખસે છે. જો પ્રકાશનું કિરણ બે માધ્યમોની આંતર સપાટીને લંબરૂપે આપાત થાય તો શું થશે ? જાતે કરો અને શોધો.

હવે તમે પ્રકાશના વક્રીભવનથી પરિચિત છો. પ્રકાશના એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજામાં પ્રવેશ કરતી વખતે તેના વેગમાં થતાં ફેરફારને કારણે વક્રીભવનની ઘટના બને છે. પ્રયોગો દર્શાવે છે કે પ્રકાશનું વક્રીભવન નિશ્ચિત નિયમોને આધીન થાય છે.

પ્રકાશના વક્રીભવનના નિયમો નીચે પ્રમાણે છે :

(i) આપાતકિરણ, વક્રીભૂતકિરણ અને બે માધ્યમોની આંતર સપાટીને આપાતબિંદુએ દોરેલો લંબ એક જ સમતલમાં હોય છે.

(ii) પ્રકાશના આપેલ રંગ તથા માધ્યમોની આપેલ જોડ માટે આપાતકોણના સાઇન અને વક્રીભૂતકોણના સાઇનનો ગુણોત્તર અચળ રહે છે. આ નિયમ સ્નેલના નિયમ તરીકે ઓળખાય છે. જો આપાતકોણ i અને વક્રીભૂતકોણ r હોય તો,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{અચળ} \qquad (10.4)$$

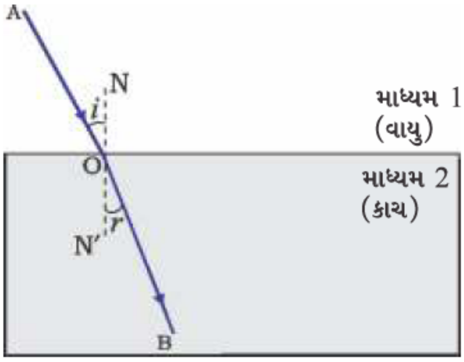
આ અચળ મૂલ્યને પ્રથમ માધ્યમની સાપેક્ષે બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક (refractive index) કહે છે. ચાલો વક્રીભવનાંક વિશે થોડું વિસ્તારપૂર્વક અધ્યયન કરીએ.

10.3.2 વક્રીભવનાંક (The Refractive Index)

તમે અગાઉ અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છો કે જ્યારે પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે બીજા માધ્યમમાં તે પોતાની દિશા બદલે છે. આપેલ કોઈ બે માધ્યમોની જોડ માટે થતા દિશાના પરિવર્તનની માત્રા (પ્રમાણ)ને વક્રીભવનાંકના પદમાં રજૂ કરવામાં આવે છે, જે સમીકરણ 10.4માં જમણી બાજુ આવતો 'અચળ' છે.

જુદાં–જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશના પ્રસરણની સાપેક્ષ ઝડપ તરીકે ઓળખાતી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૌતિકરાશિ સાથે વક્રીભવનાંકને સાંકળી શકાય છે. તેવું જોવા મળે છે કે જુદાં–જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશ જુદી–જુદી ઝડપે પ્રસરણ પામે છે. પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં સૌથી વધુ 3×10^8 m/s ની ઝડપે ગતિ કરે છે. હવામાં પ્રકાશની ઝડપ શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષે સહેજ જ ઓછી હોય છે. જ્યારે કાચ કે પાણીમાં તે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઘટે છે. બે માધ્યમોની જોડ માટે વક્રીભવનાંકનું મૂલ્ય નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બંને માધ્યમોમાં પ્રકાશની ઝડપ પર આધારિત છે.

આકૃતિ 10.11 માં દર્શાવ્યા અનુસાર પ્રકાશના એક કિરણનો વિચાર કરો જે માધ્યમ-1 થી માધ્યમ-2 માં ગતિ કરી રહ્યું છે. ધારો કે માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ v_1 તથા માધ્યમ-2માં ઝડપ v_2 છે. માધ્યમ-2 નો માધ્યમ-1 ની સાપેક્ષે વક્રીભવનાંક, માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ તથા માધ્યમ-2માં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે. જેને n_{21} સંજ્ઞા વડે રજૂ કરવામાં આવે છે. તેને સમીકરણના સ્વરૂપે નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :



આકૃતિ 10.11

$$n_{21} = \frac{\text{માધ્યમ1માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ2માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (10.5)$$

આ જ દલીલ મુજબ માધ્યમ-1નો માધ્યમ-2ની સાપેક્ષે વક્રીભવનાંક n_{12} વડે દર્શાવાય છે. તે નીચે પ્રમાણે આપી શકાય :

$$n_{12} = \frac{\text{માધ્યમ2માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ1માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_2}{v_1} \qquad (10.6)$$

જો માધ્યમ-1 શૂન્યાવકાશ કે હવા હોય તો માધ્યમ-2નો વક્રીભવનાંક શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષે ગણાય છે. તેને માધ્યમનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક કહે

છે. તેને ફક્ત n_2 વડે દર્શાવાય છે. જો હવામાં પ્રકાશની ઝડપ c હોય અને માધ્યમમાં ઝડપ v હોય, તો માધ્યમનો વક્રીભવનાંક n_m નીચે પ્રમાણે અપાય છે :

$$n_m = \frac{\text{હવામાં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{c}{v} \qquad (10.7)$$

માધ્યમના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંકને ફક્ત વક્રીભવનાંક કહે છે. કોષ્ટક 10.3 માં કેટલાંક માધ્યમોના વક્રીભવનાંકો દર્શાવેલ છે. કોષ્ટક પરથી તમે જાણી શકો છો કે, પાણીનો વક્રીભવનાંક n_w = 1.33 છે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવામાં પ્રકાશની ઝડપ તથા પાણીમાં પ્રકાશની ઝડપનો ગુણોત્તર 1.33 છે. તે જ રીતે ક્રાઉન કાચનો વક્રીભવનાંક n_g = 1.52 છે. આ પ્રકારની માહિતી ઘણી જગ્યાએ ઉપયોગી થાય છે. જોકે તમારે આ માહિતી યાદ રાખવાની જરૂર નથી.

કોષ્ટક 10.3 કેટલાંક દ્રવ્ય માધ્યમોના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક

દ્રવ્ય માધ્યમ (Material medium)	વક્રીભવનાંક	દ્રવ્ય માધ્યમ (Material medium)	વક્રીભવનાંક
વાયુ	1.0003	કેનેડા બાલસમ	1.53
બરફ	1.31		
પાણી	1.33	ખનિજ મીઠું	1.54
આલ્કોહોલ	1.36		
કેરોસીન	1.44	કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ	1.63
ફ્યુઝ્ડ ક્વાર્ટ્ઝ	1.46		
		સઘન (dense) ફ્લિંન્ટ કાચ	1.65
ટર્પેન્ટાઇન તેલ	1.47	રૂબી (માણિક્ય)	1.71
બેન્ઝિન	1.50		
		નીલમ	1.77
ક્રાઉન કાચ	1.52	હીરો	2.42

કોષ્ટક 10.3 પરથી નોંધો કે પ્રકાશીય દૃષ્ટિએ વધુ ઘટ્ટ માધ્યમ, વધુ દળ ઘનતા ધરાવતું હોવું જરૂરી નથી. ઉદાહરણ તરીકે કેરોસીનનો વક્રીભવનાંક પાણી કરતાં વધારે હોવાથી તે પ્રકાશીય દૃષ્ટિએ પાણી કરતાં વધુ ઘટ્ટ છે છતાં તેની દળ ઘનતા પાણી કરતાં ઓછી છે.

વધુ જાણવા જેવું !

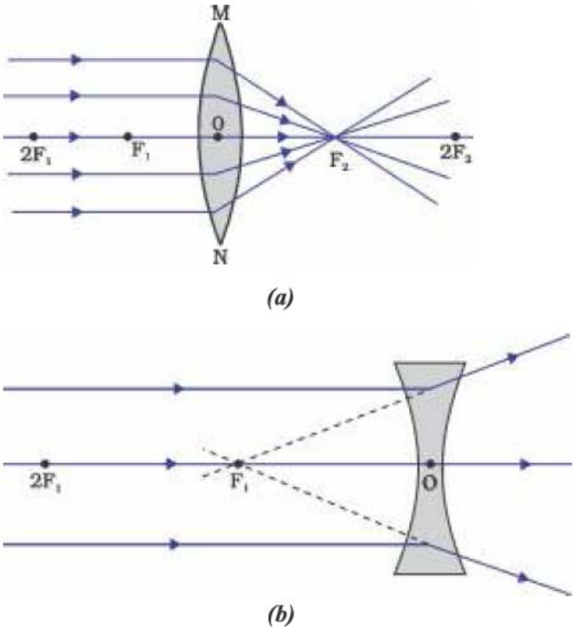
કોઈ માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશને વક્રીભૂત કરવાની ક્ષમતાને તેની પ્રકાશીય ઘનતા દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે. પ્રકાશીય ઘનતાને ચોક્કસ સૂચિતાર્થ છે. તે દળ ઘનતા જેવું જ નથી. આ પ્રકરણમાં આપણે ‘પાતળું માધ્યમ’ તથા ‘ઘટ્ટ માધ્યમ’ શબ્દોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વાસ્તવમાં તેનો અર્થ અનુક્રમે ‘પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ’ તથા ‘પ્રકાશીય ઘટ્ટ માધ્યમ’ છે. આપણે ક્યારે એમ કહી શકીએ કે, કોઈ માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘટ્ટ છે ? બે માધ્યમોની સરખામણી કરતી વખતે વધારે વક્રીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘટ્ટ છે. જ્યારે બીજું ઓછો વક્રીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ છે. પાતળા માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ ઘટ્ટ માધ્યમની સાપેક્ષે વધારે હોય છે. આમ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં જતી વખતે પ્રકાશનું કિરણ ધીમું પડે છે તથા લંબ તરફ વાંકું વળે છે. જ્યારે તે ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે ત્યારે તેની ઝડપ વધી જાય છે તથા તે લંબથી દૂર જાય છે.

પ્રશ્નો

1. હવામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ પાણીમાં ત્રાંસું પ્રવેશે છે. શું પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળશે કે લંબથી દૂર જશે ? કેમ ?
2. પ્રકાશ હવામાંથી 1.50 વક્રીભવનાંક ધરાવતી કાચની પ્લેટમાં પ્રવેશે છે. કાચમાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી હશે ? શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ 3×10^8 m s^{-1} છે.
3. કોષ્ટક 10.3 માંથી સૌથી વધુ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ શોધો. લઘુત્તમ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ પણ શોધો.
4. તમને કેરોસીન, ટર્પેન્ટાઈન તથા પાણી આપેલ છે. આ પૈકી શેમાં પ્રકાશ સૌથી વધુ ઝડપથી ગતિ કરશે ? કોષ્ટક 10.3 માં આપેલ માહિતીનો ઉપયોગ કરો.
5. હીરાનો વક્રીભવનાંક 2.42 છે. આ વિધાનનો શું અર્થ થાય ?

10.3.3 ગોળીય લેન્સ દ્વારા થતું વક્રીભવન (Refraction by Spherical Lenses)

ઘડિયાળીને અત્યંત સૂક્ષ્મ ભાગોને જોવા માટે મૅગ્નિફાઈંગ ગ્લાસ (બિલોરી કાચ)નો ઉપયોગ કરતો તમે જોયો હશે. શું તમે આવા મૅગ્નિફાઈંગ ગ્લાસની સપાટીને તમારા હાથ વડે સ્પર્શ કર્યો છે ખરો ? તે સમતલ સપાટી છે કે વક્ર ? શું એ મધ્યમાં જાડો છે કે ધાર પાસે ? ચશ્માંમાં વપરાતા કાચ અને ઘડિયાળી જે કાચ ઉપયોગમાં લે છે તે લેન્સનાં ઉદાહરણો છે. લેન્સ શું છે ? તે પ્રકાશનાં કિરણોને કેવી રીતે વાંકાં વાળે છે ? આપણે આ વિભાગમાં આ અંગેની ચર્ચા કરીશું.



આકૃતિ 10.12
(a) બહિર્ગોળ લેન્સનું અભિસરણ કાર્ય (b) અંતર્ગોળ લેન્સનું અપસરણ કાર્ય

જેની એક અથવા બંને સપાટીઓ વક્ર હોય, તેવું પારદર્શક દ્રવ્ય લેન્સની રચના કરે છે. આનો અર્થ એ થયો કે લેન્સ ઓછામાં ઓછી એક વક્રસપાટી વડે ઘેરાયેલો છે. આવા લેન્સની બીજી સપાટી સમતલ હોય છે. લેન્સની બંને સપાટીઓ બહારની તરફ ઉપસેલી હોય તો તેને દ્વિ-બહિર્ગોળ લેન્સ કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે બહિર્ગોળ લેન્સ કહે છે. આ લેન્સ કિનારીની સાપેક્ષે મધ્યમાંથી જાડો હોય છે. બહિર્ગોળ લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 10.12 (a)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અભિસરણ કરે છે. તેથી બહિર્ગોળ લેન્સને અભિસારી લેન્સ પણ કહે છે. આ જ પ્રમાણે દ્વિ-અંતર્ગોળ લેન્સની બંને સપાટીઓ અંદર તરફ વળેલી હોય છે. તે મધ્ય કરતાં છેડાઓ પાસેથી જાડો હોય છે. આવા લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 10.12 (b)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અપસરણ કરે છે. આવા લેન્સને અપસારી લેન્સ પણ કહે છે. દ્વિ-અંતર્ગોળ લેન્સને સામાન્ય રીતે અંતર્ગોળ લેન્સ કહે છે.

બહિર્ગોળ અથવા અંતર્ગોળ લેન્સને બે વક્રસપાટીઓ હોય છે. આ દરેક વક્રસપાટી ગોળાનો જ એક ભાગ હોય છે. આ ગોળાઓનાં કેન્દ્રોને લેન્સનાં વક્રતાકેન્દ્રો કહે છે. સામાન્ય રીતે લેન્સના વક્રતાકેન્દ્રને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સને બે વક્રતાકેન્દ્રો હોવાથી આપણે તેમને

C_1 અને C_2 વડે દર્શાવીએ છીએ. લેન્સના બંને વક્રતાકેન્દ્રોમાંથી પસાર થતી કાલ્પનિક રેખાને તેની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. લેન્સના કેન્દ્રબિંદુને તેનું પ્રકાશીય કેન્દ્ર કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર O વડે દર્શાવાય છે. લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતાં પ્રકાશનું કિરણ કોઈ પણ પ્રકારનું વિચલન અનુભવ્યા સિવાય પસાર થાય છે. ગોળીય લેન્સની વર્તુળાકાર કિનારીના અસરકારક વ્યાસને લેન્સનું મુખ (aperture) કહે છે. આપણે આ પ્રકરણમાં આપણી ચર્ચા એવા જ લેન્સ પૂરતી મર્યાદિત રાખીશું કે જેનું મુખ (aperture) તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય. આવા લેન્સને નાના મુખવાળા પાતળા લેન્સ કહે છે. જ્યારે લેન્સ પર પ્રકાશનાં સમાંતર કિરણો આપાત કરવામાં આવે છે ત્યારે શું થાય છે ? આ સમજવા માટે ચાલો એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.11

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિ કરતી વખતે સૂર્યને સીધો નરી આંખે કે લેન્સમાંથી જોવો નહિ. એમ કરવાથી તમારી આંખને નુકસાન થઈ શકે છે.

- લેન્સને સૂર્ય તરફ રાખીને હાથ વડે પકડી રાખો.
- એક કાગળ પર સૂર્યમાંથી આવતાં કિરણોને કેન્દ્રિત કરો. સૂર્યનું તીક્ષ્ણ અને પ્રકાશિત પ્રતિબિંબ મેળવો.
- આ સ્થિતિમાં કાગળ અને લેન્સને થોડો સમય પકડી રાખો. કાગળનું નિરીક્ષણ કરતાં રહો. શું થાય છે ? કેમ ? પ્રવૃત્તિ 10.2 માં તમારા અનુભવને યાદ કરો.

કાગળ ધુમાડો ઉત્પન્ન કરી સળગવાનું શરૂ કરે છે. થોડા સમય પછી તેમાં આગ પણ લાગી શકે છે. આવું શાથી થયું ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ સમાંતર કિરણો રચે છે. આ કિરણો લેન્સ દ્વારા કાગળ પરના એક તીવ્ર પ્રકાશિત ટપકા પર કેન્દ્રિત થયેલાં છે. ખરેખર તમને કાગળ પર મળતું પ્રકાશિત ટપકું, સૂર્યનું વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ છે. સૂર્યપ્રકાશના આ બિંદુ પાસે થતા કેન્દ્રીકરણે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરી. તેના કારણે કાગળ સળગી ઊઠે છે.

હવે આપણે લેન્સના મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો ધ્યાનમાં લઈશું. આવાં કિરણોને તમે લેન્સમાંથી પસાર કરશો તો શું થશે ? આ બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 10.12 (a) તથા અંતર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 10.12 (b)માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 10.12 (a)ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામ્યા બાદ મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટેની ક્રિયા જોઈએ.

આકૃતિ 10.12 (b) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો અંતર્ગોળ લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી મુખ્ય અક્ષ પરના કોઈ એક બિંદુમાંથી અપસરણ પામતા હોય તેમ જણાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને અંતર્ગોળ લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે.

જો તમે લેન્સની બીજી બાજુએથી સમાંતર કિરણો પસાર કરો તો તમને વિરુદ્ધ બાજુ લેન્સનું બીજું મુખ્ય કેન્દ્ર મળશે. લેન્સનાં મુખ્ય કેન્દ્રને દર્શાવવા માટે સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર Fનો ઉપયોગ થાય છે. જોકે લેન્સને બે મુખ્ય કેન્દ્રો હોય છે. તેમને F_1 અને F_2 વડે દર્શાવાય છે. પ્રકાશીય કેન્દ્રથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીના અંતરને લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે. કેન્દ્રલંબાઈને દર્શાવવા માટે મૂળાક્ષર f નો ઉપયોગ થાય છે. તમે બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ કેવી રીતે શોધશો ? પ્રવૃત્તિ 10.11 ને પુનઃ યાદ કરો. આ પ્રવૃત્તિમાં લેન્સના સ્થાન અને સૂર્યના પ્રતિબિંબના સ્થાન વચ્ચેનું અંતર લેન્સની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ આપે છે.

10.3.4 લેન્સ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Lenses)

લૅન્સ પ્રકાશનું વક્રીભવન કરીને પ્રતિબિંબ રચે છે. લેન્સ પ્રતિબિંબ કેવી રીતે રચે છે ? તેનો પ્રકાર કેવો છે ? ચાલો, પહેલાં બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.12

- એક બહિર્ગોળ લેન્સ લો. પ્રવૃત્તિ 10.11 માં વર્ણવ્યા પ્રમાણે તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
- એક લાંબા ટેબલ પર ચૉક વડે પાંચ સમાંતર રેખાઓ એવી રીતે દોરો કે ક્રમિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય.
- લેન્સને લેન્સ–સ્ટૅન્ડમાં મૂકો. સ્ટૅન્ડને મધ્યમાં આવેલી રેખા પર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી લેન્સનું પ્રકાશીય કેન્દ્ર બરોબર રેખા પર આવે.
- લેન્સની બંને બાજુએ આવેલી રેખાઓ અનુક્રમે લેન્સના F અને 2F ને અનુરૂપ છે. આ રેખાઓને અનુક્રમે $2F_1$, F_1, F_2 અને $2F_2$ વડે દર્શાવો.
- એક સળગતી મીણબત્તીને ડાબી બાજુ $2F_1$ થી ઘણા દૂર અંતરે ગોઠવો. લેન્સની બીજી તરફ તેનું સ્પષ્ટ અને તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવો.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ (પરિમાણ) નોંધો.
- વસ્તુને $2F_1$ થી થોડી જ દૂર, F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે, F_1 પર તથા F_1 અને O ની વચ્ચે રાખી આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમારાં અવલોકનોને કોષ્ટકમાં નોંધો.

બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતા પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ (સાપેક્ષ પરિમાણ) કોષ્ટક 10.4 માં દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 10.4 બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_2 પર	અત્યંત નાનું બિંદુવત્	વાસ્તવિક અને ઊલટું
$2F_1$ થી દૂર	F_2 અને $2F_2$ ની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
$2F_1$ પર	$2F_2$ પર	તે જ માપનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે	$2F_2$ થી દૂર	મોટું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 પર	અનંત અંતરે	અત્યંત મોટું અથવા ખૂબ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઊલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	વસ્તુ લેન્સની જે તરફ હોય તે જ બાજુ તરફ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચત્તું

ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટે પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપનો અભ્યાસ કરવા માટેની પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.13

- એક અંતર્ગોળ લેન્સ લો. તેને લેન્સ–સ્ટૅન્ડ પર મૂકો.
- સળગતી મીણબત્તીને લેન્સની કોઈ એક તરફ મૂકો.
- લેન્સની બીજી તરફથી લેન્સ મારફતે પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો. પ્રતિબિંબને જો શક્ય હોય તો કોઈ પડદા પર મેળવવાનો પ્રયત્ન કરો. જો શક્ય ન હોય, તો પ્રતિબિંબને સીધું લેન્સમાંથી જુઓ.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ નોંધો.
- મીણબત્તીને લેન્સથી દૂર ખસેડો. પ્રતિબિંબના કદમાં થતો ફેરફાર નોંધો. જ્યારે મીણબત્તીને લેન્સથી ઘણી દૂર મૂકવામાં આવે ત્યારે પ્રતિબિંબનું કદ કેવું બને છે ?

આ પ્રવૃત્તિનો સારાંશ નીચેના કોષ્ટક 10.5 માં આપેલ છે :

કોષ્ટક 10.5 અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ

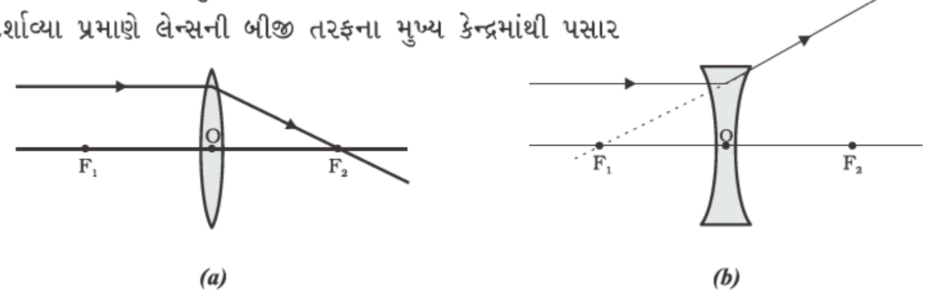
વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ માપ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 પર	અત્યંત સૂક્ષ્મ, બિંદુવત્	આભાસી અને ચત્તું
અનંત અંતર અને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર O ની વચ્ચે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચત્તું

આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ તારવ્યો ? વસ્તુનું સ્થાન ગમે ત્યાં હોય તોપણ અંતર્ગોળ લેન્સ હંમેશાં આભાસી, ચત્તું અને નાનું પ્રતિબિંબ આપે છે.

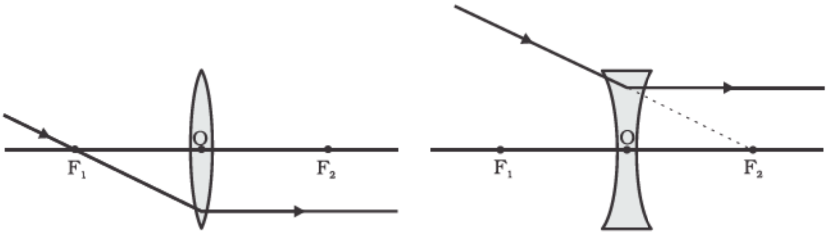
10.3.5 કિરણાકૃતિના ઉપયોગ દ્વારા લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનું નિરૂપણ (Image Formation in Lenses Using Ray Diagrams)

આપણે લેન્સ વડે રચાતા પ્રતિબિંબને કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ દર્શાવી શકીએ. કિરણાકૃતિ આપણને લેન્સ વડે રચાતા પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ જાણવામાં હંમેશાં મદદરૂપ થાય છે. લેન્સ માટે કિરણાકૃતિ દોરવા માટે આપણે વક્ર અરીસાની જેમ જ નીચેના પૈકી કોઈ પણ બે કિરણોને ધ્યાનમાં લઈશું -

(i) વસ્તુ પરથી આવતું મુખ્ય અક્ષને સમાંતર પ્રકાશનું કિરણ બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વક્રીભવન પામી આકૃતિ 10.13 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સની બીજી તરફના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 10.13 (b) માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કિરણ લેન્સની તે જ બાજુ પરના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી અપસરણ પામતું હોય તેવો ભાસ થાય છે.

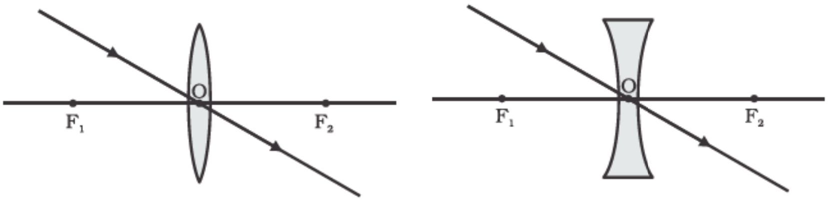


આકૃતિ 10.13



(a) *આકૃતિ 10.14* *(b)*

(ii) બહિર્ગોળ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી આકૃતિ 10.14 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 10.14 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ જતું લાગે તેવું આપાતકિરણ લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે.

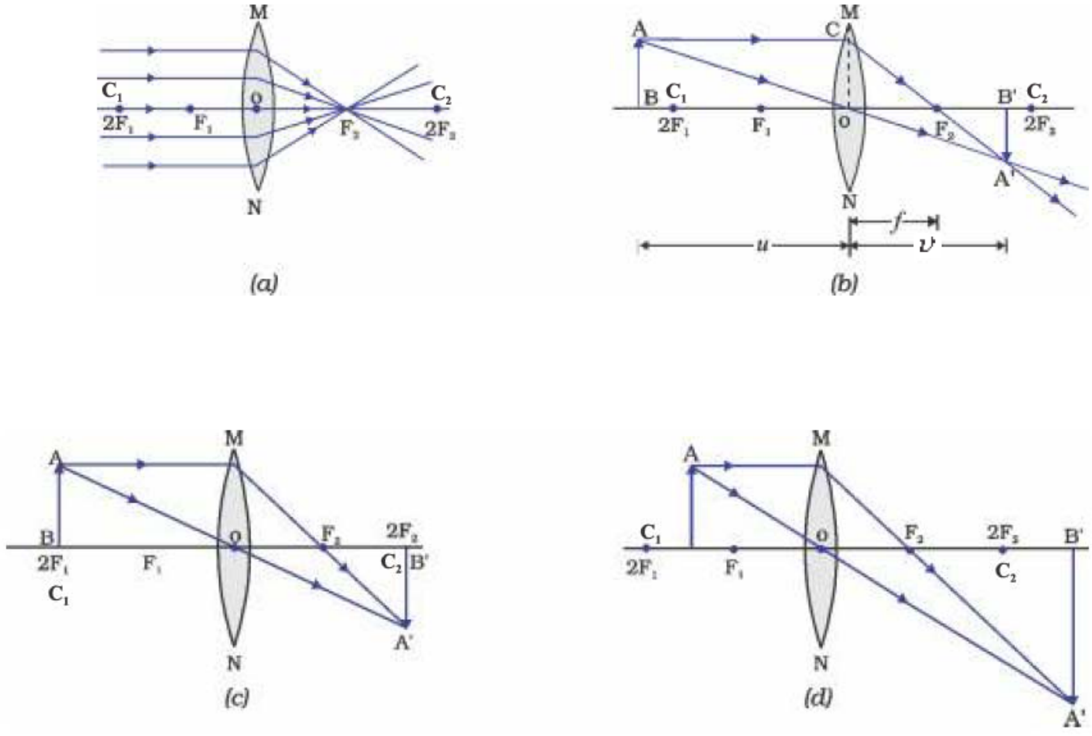


(a) *(b)*

આકૃતિ 10.15

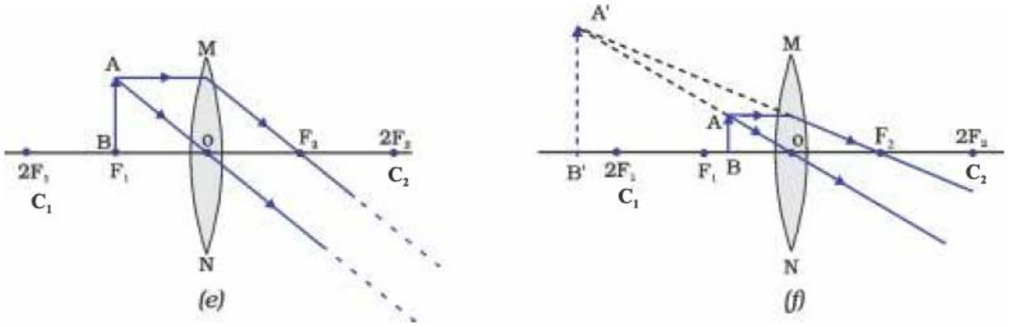
(iii) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ વિચલન પામ્યા સિવાય નિર્ગમન પામે છે. જે આકૃતિ 10.15 (a) તથા 10.15 (b)માં દર્શાવ્યું છે.

બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં–જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 10.16 માં દર્શાવી છે. અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં–જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 10.17 માં દર્શાવેલ છે.

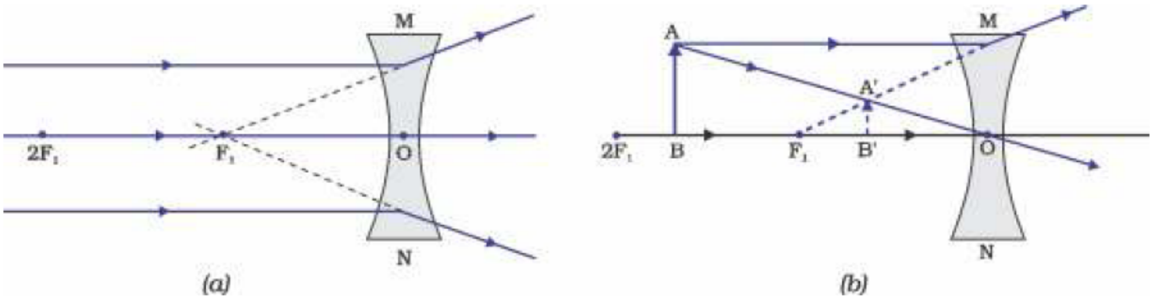


(a) (b)

(c) (d)



આકૃતિ 10.16 બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર



આકૃતિ 10.17 અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર

10.3.6 ગોળીય લેન્સ માટે સંજ્ઞા–પ્રણાલી

(Sign Convention for Spherical Lenses)

લેન્સ માટે આપણે ગોળીય અરીસા માટે ઉપયોગમાં લીધેલ સંજ્ઞા–પ્રણાલીને જ અનુસરીશું. આ સંજ્ઞા–પ્રણાલીના નિયમો લાગુ પાડીશું સિવાય કે તમામ અંતરોને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રથી માપવામાં આવે છે. સંજ્ઞા–પ્રણાલી પ્રમાણે બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ છે. તમારે u, v, f, વસ્તુઊંચાઈ h અને પ્રતિબિંબ–ઊંચાઈ h' માટે યોગ્ય ચિહ્નો વાપરવા માટેની કાળજી રાખવી પડશે.

10.3.7 લેન્સ–સૂત્ર અને મોટવણી

(Lens Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસાની જેમ ગોળીય લેન્સ માટે પણ આપણને સૂત્ર મળે છે. આ સૂત્ર વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે. લેન્સ–સૂત્ર નીચે મુજબ દર્શાવવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (10.8)$$

ઉપર દર્શાવેલ લેન્સ–સૂત્ર વ્યાપક અને કોઈ પણ ગોળીય લેન્સની કોઈ પણ સ્થિતિ માટે સાચું છે. લેન્સ સંબંધિત દાખલાઓ ગણતી વખતે જુદી–જુદી રાશિઓનાં મૂલ્ય મૂકતી વખતે સંજ્ઞા બાબતે યોગ્ય કાળજી રાખવી જરૂરી છે.

મોટવણી (Magnification)

લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી ગોળીય અરીસાથી મળતી મોટવણીની જેમ જ પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ અને વસ્તુની ઊંચાઈના ગુણોત્તર વડે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર m વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જો વસ્તુની ઊંચાઈ h અને લેન્સ વડે મળતાં પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' હોય, તો લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી,

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ}}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ}} = \frac{h'}{h} \tag{10.9}$$

પરથી મળે છે.

લેન્સની મોટવણી વસ્તુઅંતર (u) અને પ્રતિબિંબ–અંતર (v) સાથે પણ સંબંધિત છે. આ સંબંધ નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે :

$$\text{મોટવણી } (m) = h' / h = v/u \tag{10.10}$$

ઉદાહરણ 10.3

એક અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ 15 cm છે. વસ્તુને લેન્સથી કેટલા અંતરે રાખવી જોઈએ કે જેથી તેનું પ્રતિબિંબ લેન્સથી 10 cm દૂર મળે ? લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી પણ શોધો.

ઉકેલ

અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી, ચત્તું અને લેન્સથી વસ્તુ તરફની બાજુએ જ મળે છે.

પ્રતિબિંબ અંતર v = –10 cm

કેન્દ્રલંબાઈ f = –15 cm

વસ્તુઅંતર u = (?)

હવે, $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા, $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$

$$\therefore \frac{1}{u} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{(-15)} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{-3+2}{30} = \frac{1}{-30}$$

અથવા u = –30 cm

આમ, વસ્તુઅંતર 30 cm મળે છે.

મોટવણી $m = \frac{v}{u}$

$$m = \frac{-10\text{cm}}{-30\text{ cm}} = \frac{1}{3} \approx +0.33$$

ધન સંજ્ઞા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું છે તથા પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ કરતાં ત્રીજા ભાગનું છે.

ઉદાહરણ 10.4

2 cm ઊંચાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિર્ગોળ લેન્સની મુખ્ય અક્ષ પર અક્ષને લંબ રહે તે રીતે મૂકેલી છે. લેન્સથી વસ્તુનું અંતર 15 cm છે. પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ શોધો. તેની મોટવણી પણ શોધો.

ઉકેલ

વસ્તુની ઊંચાઈ h $= +2.0$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ f $= +10$ cm

વસ્તુઅંતર u $= -15$ cm

પ્રતિબિંબઅંતર v $= ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' $= ?$

હવે, $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા, $\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{(-15)} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2+3}{30} = \frac{1}{30}$$

$$v = +30 \text{ cm}$$

v ની ધન સંજ્ઞા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ પ્રકાશીય કેન્દ્રની બીજી તરફ 30 cm જેટલા અંતરે રચાશે. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે.

મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$ અથવા $h' = h\left(\frac{v}{u}\right)$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = 2\left(\frac{30\text{cm}}{-15\text{cm}}\right) = -4.0$ cm

મોટવણી $m = \frac{v}{u}$

અથવા $\text{m} = \frac{+30\text{cm}}{-15\text{cm}} = -2$

m અને h' નાં ઋણ ચિહ્નો, દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે. તે મુખ્ય અક્ષની નીચે તરફ રચાય છે. આમ, 4 cm ઊંચાઈનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સની બીજી તરફ 30 cm અંતરે રચાય છે. પ્રતિબિંબ બે ગણું મોટું છે.

10.3.8 લેન્સનો પાવર (Power of a Lens)

તમે શીખી ગયાં છો કે પ્રકાશકિરણોનું અભિસરણ કે અપસરણ કરવાની લેન્સની ક્ષમતાનો આધાર તેની કેન્દ્રલંબાઈ પર છે. દા.ત., ટૂંકી કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ, પ્રકાશનાં કિરણોને મોટા કોણે વાંકાં વાળે છે અને તેમને પ્રકાશીય કેન્દ્રની નજીક કેન્દ્રિત કરે છે. આ જ પ્રમાણે ટૂંકી કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ, મોટી કેન્દ્રલંબાઈના લેન્સ કરતાં વધારે અપસરણ કરે છે. પ્રકાશનાં કિરણોના અભિસરણ કે અપસરણનું પ્રમાણ લેન્સના પાવરના પદમાં દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્તને લેન્સના પાવર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર P વડે દર્શાવવામાં આવે છે. f કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા લેન્સનો પાવર P,

$$P = \frac{1}{f} \qquad (10.11)$$

લેન્સના પાવરનો SI એકમ 'ડાયોપ્ટર' (diopter) છે. તેને મૂળાક્ષર D વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જો f ને મીટરમાં દર્શાવવામાં આવે તો પાવરને ડાયોપ્ટરમાં દર્શાવાય છે. આમ, 1 ડાયોપ્ટર એ એવા લેન્સનો પાવર છે કે જેની કેન્દ્રલંબાઈ 1 મીટર હોય. 1 D = $1m^{-1}$. તમે એ નોંધ્યું હશે કે, *બહિર્ગોળ લેન્સનો પાવર ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર ઋણ છે.*

ઑપ્ટિશિયન શુદ્ધિકારક લેન્સને પાવર વડે દર્શાવે છે. ધારો કે સૂચવેલ લેન્સનો પાવર + 2.0 D છે. એનો અર્થ એમ થાય કે સૂચવેલ લેન્સ બહિર્ગોળ લેન્સ છે. આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ + 0.5 m છે. આ જ પ્રમાણે – 2.5 D ના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ – 0.40 m છે. આ લેન્સ અંતર્ગોળ છે.

વધુ જાણવા જેવું !

ઘણાં પ્રકાશીય ઉપકરણોમાં એક કરતાં વધારે લેન્સ હોય છે. પ્રતિબિંબની મોટવણી તથા તીક્ષ્ણતા વધારવા માટે લેન્સનું સંયોજન કરવામાં આવે છે. સંયોજનમાં રાખેલા લેન્સનો કુલ પાવર દરેક લેન્સના વ્યક્તિગત પાવર P_1, P_2, P_3, ... ના બૈજીક સરવાળા જેટલો હોય છે.

$P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$

આંખના ડૉક્ટરો માટે કેન્દ્રલંબાઈની જગ્યાએ લેન્સના પાવરનો ઉપયોગ ઘણો અનુકૂળ રહે છે. આંખની તપાસ કરતી વખતે ડૉક્ટર ટેસ્ટિંગ માટેની ચશ્માંની ફ્રેમમાં જાણીતા પાવરના જુદાં–જુદાં શુદ્ધિકારક લેન્સ સંપર્કમાં મૂકે છે. ડૉક્ટર જરૂરી લેન્સના પાવરની ગણતરી સાદો બૈજીક સરવાળો કરીને કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે + 2.0 D અને + 0.25 Dના બે લેન્સોનું સંયોજન + 2.25 D ના એક જ લેન્સને સમતુલ્ય છે. એક લેન્સ દ્વારા ઉદ્ભવતી પ્રતિબિંબની કેટલીક ક્ષતિઓને ઘટાડવા માટે લેન્સના પાવરના સાદા સરવાળાના ગુણધર્મનો ઉપયોગ લેન્સતંત્રની રચનામાં કરી શકાય છે. એક કરતાં વધારે લેન્સ સંપર્કમાં હોય તેવું લેન્સતંત્ર કૅમેરાના લેન્સની ડિઝાઇનમાં તથા માઇક્રોસ્કોપ અને ટેલિસ્કોપના વસ્તુકાચમાં ઉપયોગી છે.

પ્રશ્નો

1. લેન્સના 1 ડાયોપ્ટર પાવરની વ્યાખ્યા આપો.
2. એક બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા એક સોયનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સથી 50 cm દૂર મળે છે. જો પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ મેળવવું હોય, તો સોયને બહિર્ગોળ લેન્સથી કેટલી દૂર રાખવી જોઈએ ? લેન્સનો પાવર પણ ગણો.
3. 2 m કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર શોધો.

તમે શીખ્યાં કે

- પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરતો જણાય છે.
- અરીસા અને લેન્સ વસ્તુઓનાં પ્રતિબિંબો રચે છે. વસ્તુનાં સ્થાન પર આધારિત, પ્રતિબિંબો કાં તો વાસ્તવિક અથવા આભાસી હોય છે.
- દરેક પ્રકારની પરાવર્તક સપાટીઓ પરાવર્તનના નિયમોને અનુસરે છે. વક્રીભવનકારક સપાટીઓ વક્રીભવનના નિયમોને અનુસરે છે.
- ગોળીય અરીસા અને લેન્સ માટે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિને અનુસરવામાં આવે છે.

- અરીસાનું સૂત્ર $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ગોળીય અરીસા માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
- ગોળીય અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં અડધી હોય છે.
- ગોળીય અરીસા વડે મળતા પ્રતિબિંબની મોટવણી પ્રતિબિંબ ઊંચાઈ અને વસ્તુ-ઊંચાઈના ગુણોત્તર જેટલી હોય છે.
- પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબથી દૂર તરફ વાંકું વળે છે. પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબ તરફ વાંકું વળે છે.
- પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં 3×10^8 ms^{-1} જેટલી પ્રચંડ ઝડપથી ગતિ કરે છે. જુદાં-જુદાં માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ જુદો-જુદો હોય છે.
- પારદર્શક માધ્યમનો વક્રીભવનાંક, શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ અને તે પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર જેટલો હોય છે.
- કાચના લંબઘન ચોસલાના કિસ્સામાં, હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ અને કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ એમ બંને સપાટી પાસે વક્રીભવન થાય છે. નિર્ગમન કિરણ આપાતકિરણને સમાંતર દિશામાં હોય છે.
- લેન્સ સૂત્ર $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ગોળીય લેન્સ માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
- લેન્સનો પાવર તેની કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્ત જેટલો હોય છે. લેન્સના પાવરનો SI એકમ ડાયોપ્ટર છે.

સ્વાધ્યાય

Y1I5B7

1. નીચેનાં દ્રવ્યો પૈકી લેન્સ બનાવવા માટે કયા દ્રવ્યનો ઉપયોગ થઈ શકે નહિ ?

(a) પાણી (b) કાચ (c) પ્લાસ્ટિક (d) માટી (clay)

2. એક અંતર્ગોળ અરીસા વડે મળતું પ્રતિબિંબ આભાસી, ચત્તું અને વસ્તુ કરતાં મોટું દેખાય છે. વસ્તુનું સ્થાન ક્યાં હશે ?

(a) મુખ્ય કેન્દ્ર અને વક્રતાકેન્દ્રની વચ્ચે (b) વક્રતાકેન્દ્ર પર

(c) વક્રતાકેન્દ્રની પાછળ (d) અરીસાના ધ્રુવ અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

3. બહિર્ગોળ લેન્સની સામે વસ્તુને ક્યાં રાખતાં તેનું સાચું અને વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ પ્રતિબિંબ મળે ?

(a) લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર પર (b) કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં બમણાં અંતરે

(c) અનંત અંતરે (d) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

4. એક ગોળીય અરીસા અને એક પાતળા ગોળીય લેન્સ દરેકની કેન્દ્રલંબાઈ – 15 cm છે. અરીસો અને લેન્સ

(a) બંને અંતર્ગોળ (b) બંને બહિર્ગોળ

(c) અરીસો અંતર્ગોળ અને લેન્સ બહિર્ગોળ (d) અરીસો બહિર્ગોળ અને લેન્સ અંતર્ગોળ ...... હશે.

5. અરીસાની સામે તમે ગમે ત્યાં ઊભા રહો છતાં તમારું પ્રતિબિંબ ચત્તું મળે છે, તો આ અરીસો

(a) માત્ર સમતલ (b) માત્ર અંતર્ગોળ (c) માત્ર બહિર્ગોળ (d) સમતલ અથવા બહિર્ગોળ ...... હશે.

6. શબ્દકોશમાં જોવા મળતાં નાના અક્ષરોને વાંચવા માટે તમે નીચેના પૈકી કયો લેન્સ પસંદ કરશો ?

(a) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ (b) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ

(c) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ (d) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ

7. આપણે 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ કરી એક વસ્તુનું ચત્તું પ્રતિબિંબ મેળવવા માંગીએ છીએ. અરીસાથી વસ્તુઅંતરનો વિસ્તાર (Range) કેટલો હોવો જોઈએ ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર કેવો હશે ? પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં મોટું હશે કે નાનું ? આ કિસ્સામાં પ્રતિબિંબ-નિર્માણ દર્શાવતી કિરણાકૃતિ દોરો.

8. નીચેની પરિસ્થિતિઓમાં કયા અરીસા વપરાય છે તે જણાવો :

(a) કારની હેડલાઇટ

(b) વાહનની પાછળનું દૃશ્ય જોવા માટેનો અરીસો

(c) સોલાર ભઠ્ઠી

તમારો જવાબ કારણ સહિત જણાવો.

9. બહિર્ગોળ લેન્સના અડધા ભાગને કાળા પેપર વડે ઢાંકી દેવામાં આવ્યો છે. શું આ લેન્સ વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ આપશે ? તમારું પરિણામ પ્રાયોગિક રીતે પણ ચકાસો. તમારું અવલોકન સમજાવો.

10. 5 cm લંબાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના અભિસારી લેન્સથી 25 cm દૂર રાખી છે. કિરણાકૃતિ દોરો અને પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર જણાવો.

11. 15 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ 10 cm દૂર પ્રતિબિંબ રચે છે. વસ્તુને લેન્સથી કેટલી દૂર રાખી હશે ? કિરણાકૃતિ દોરો.

12. 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિર્ગોળ અરીસાથી 10 cm દૂર વસ્તુને મૂકી છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન અને પ્રકાર જણાવો.

13. સમતલ અરીસાથી મળતી મોટવણી +1 છે. આનો શું અર્થ થાય ?

14. 30 cm વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની સામે 20 cm દૂર 5 cm લંબાઈની એક વસ્તુ મૂકેલી છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર અને પરિમાણ શોધો.

15. 18 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ અરીસાની સામે 27 cm દૂર 7 cm લંબાઈની એક વસ્તુને મૂકી છે. પડદાને અરીસાથી કેટલા અંતરે રાખતાં તેના પર તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ કેન્દ્રિત થશે ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર અને પરિમાણ શોધો.

16. – 2.0 D પાવર ધરાવતાં લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. આ લેન્સ કયા પ્રકારનો હશે ?

17. એક ડૉક્ટર + 1.5 D પાવર ધરાવતાં શુદ્ધીકારક લેન્સની સૂચના આપે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. સૂચિત કરેલો લેન્સ અભિસારી છે કે અપસારી ?

પ્રકરણ 11
માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા (The Human Eye and The Colourful World)

F5E3P2

તમે અગાઉના પ્રકરણમાં લેન્સ વડે થતા પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કર્યો. તમે લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનાં સ્થાન, પ્રકાર અને સાપેક્ષ પરિમાણ વિશે પણ શીખ્યા. આ માહિતી માનવ-આંખનો અભ્યાસ કરવામાં આપણને કેવી રીતે મદદરૂપ થશે ? માનવ-આંખ પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે અને આપણી આસપાસની વસ્તુઓને જોવા માટે આપણને સમર્થ બનાવે છે. તેની રચનામાં એક લેન્સ હોય છે. માનવ–આંખમાં લેન્સનું શું કાર્ય છે ? ચશ્માંમાં વપરાતા લેન્સ દૃષ્ટિની ખામીઓને કેવી રીતે સુધારે છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નો પર વિચાર કરીશું.

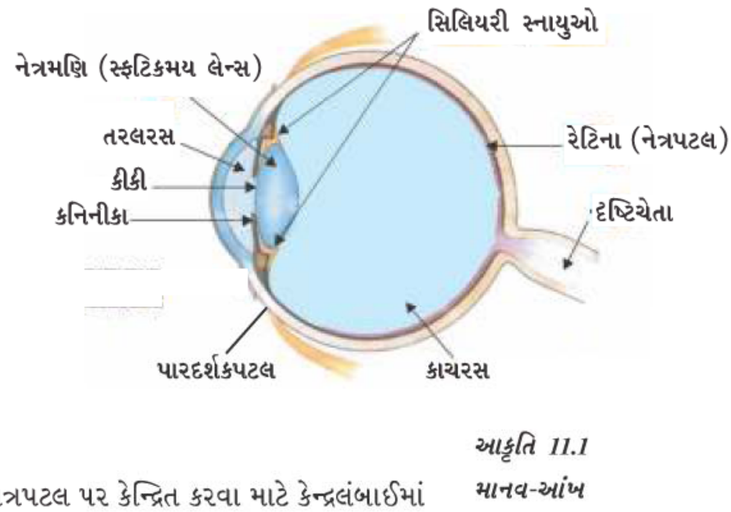
અગાઉના પ્રકરણમાં આપણે પ્રકાશ અને તેના કેટલાક ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કર્યો હતો. આ પ્રકરણમાં આપણે આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કેટલીક કુદરતી પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં કરીશું. આ ઉપરાંત આપણે મેઘધનુષ્યનું રચાવું, શ્વેત પ્રકાશનું વિભાજન અને આકાશના ભૂરા રંગ વિશે પણ ચર્ચા કરીશું.

11.1 માનવ-આંખ (The Human Eye)

P5I6E9

માનવ–આંખ એક અત્યંત મૂલ્યવાન અને સંવેદનશીલ જ્ઞાનેન્દ્રિય છે. તે આપણને આપણી આસપાસની અદ્ભુત દુનિયા અને વિવિધ રંગો જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. આંખો બંધ કરીને આપણે વસ્તુઓને તેમના ગંધ, સ્વાદ, તેનાથી ઉત્પન્ન થતા અવાજ કે સ્પર્શ દ્વારા કેટલાક અંશે ઓળખી શકીએ છીએ. તેમ છતાં બંધ આંખે રંગોની ઓળખ કરવી અશક્ય છે. આમ, બધી જ જ્ઞાનેન્દ્રિયો પૈકી માનવ-આંખ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે, કારણ કે તેનાથી જ આપણે આપણી આસપાસની સુંદર રંગબેરંગી દુનિયા જોઈ શકીએ છીએ.

માનવ-આંખ એક કેમેરા જેવી છે. તેનું લેન્સ-તંત્ર રેટિના (નેત્રપટલ) તરીકે ઓળખાતા પ્રકાશ સંવેદી પડદા પર પ્રતિબિંબ રચે છે. પ્રકાશ, કોર્નિયા (Cornea) તરીકે ઓળખાતા એક પાતળા પડદા જેવા પારદર્શક પટલમાંથી પ્રવેશે છે. તેનાથી આકૃતિ 11.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આંખના ડોળાનો આગળનો પારદર્શક ભાગ ઊપસી આવે છે. આંખનો ડોળો (eyeball) લગભગ ગોળાકાર છે. તેનો વ્યાસ આશરે 2.3 cm છે. આંખમાં દાખલ થતા પ્રકાશનાં કિરણોનું મોટા ભાગનું વક્રીભવન પારદર્શકપટલની બહારની સપાટી પર થાય છે. સ્ફટિકમય લેન્સ (નેત્રમણિ) વિવિધ અંતરે રહેલી વસ્તુઓના પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર કેન્દ્રિત કરવા માટે કેન્દ્રલંબાઈમાં માત્ર સૂક્ષ્મ ફેરફાર જ કરે છે. પારદર્શકપટલના પાછળના ભાગે કનીનિકા (આઈરિસ - Iris) નામની રચના જોવા મળે છે. કનિનીકા ઘેરો સ્નાયુમય પડદો છે જે કીકી (Pupil)નું કદ નાનું-મોટું કરે



આકૃતિ 11.1
માનવ-આંખ

છે. કીકી આંખમાં પ્રવેશતા પ્રકાશની માત્રા (જથ્થા)નું નિયંત્રણ કરે છે. આંખનો લેન્સ નેત્રપટલ પર વસ્તુનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ રચે છે. નેત્રપટલ એ અત્યંત નાજુક પડદો છે જે વિપુલ માત્રામાં પ્રકાશસંવેદી કોષો ધરાવે છે. રોશની (પ્રકાશની હાજરી)થી આ પ્રકાશસંવેદી કોષો સક્રિય બને છે અને વિદ્યુત–સંદેશા ઉત્પન્ન કરે છે. આ વિદ્યુત–સંદેશા પ્રકાશીય ચેતા મારફતે મગજને પહોંચાડાય છે. મગજ આ સંદેશાઓનું અર્થઘટન કરે છે અને છેવટે આપણે વસ્તુને જેવી છે તેવી જોઈ શકીએ છીએ.

શું તમે જાણો છો ?

આંખના કોઈ પણ ભાગમાં ઈજા થવાથી કે યોગ્ય કાર્ય ન કરી શકવાથી જોવાની ક્ષમતામાં અસરકારક ઘટાડો થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પ્રકાશના વહન સાથે સંકળાયેલ કોઈ પણ ભાગો જેવા કે પારદર્શકપટલ, કીકી, નેત્રમણિ (લેન્સ), જલીય દ્રવ્ય અને કાચરસ અથવા પ્રકાશનું વિદ્યુત–સંકેતોમાં રૂપાંતર કરતા નેત્રપટલ અથવા આ સંકેતોને મગજ તરફ મોકલતી દૃષ્ટિચેતાને નુકસાન થાય તો દૃષ્ટિમાં ખોડ આવે છે. તમે અનુભવ્યું હશે કે જ્યારે તમે વધુ પ્રકાશમાંથી ઝાંખા પ્રકાશવાળા ઓરડામાં પ્રવેશો છો ત્યારે શરૂઆતમાં થોડો સમય ઓરડામાંની વસ્તુઓ સ્પષ્ટપણે જોઈ શકતા નથી. તેમ છતાં, થોડા સમય પછી તમે ઓછા પ્રકાશિત ઓરડામાંની વસ્તુઓને જોઈ શકો છો. આંખની કીકી એક પરિવર્તનશીલ છીદ્ર તરીકે વર્તે છે. જેનું કદ કનીનિકા [આઈરિસ (Iris)]ની મદદથી બદલી શકાય છે. જ્યારે પ્રકાશ ખૂબ તેજસ્વી હોય છે ત્યારે કનીનિકા કીકીને સંકોચે છે અને કીકી આંખમાં ઓછો પ્રકાશ પ્રવેશવા દે છે પરંતુ ઝાંખા પ્રકાશમાં કનીનિકા વડે કીકી વિસ્તરણ પામે છે જેથી આંખમાં વધારે પ્રકાશ પ્રવેશે છે. આમ, કનીનિકા વિશ્રાન્ત થઈને કીકીને સંપૂર્ણપણે ખોલે છે.

11.1.1 સમાવેશન–ક્ષમતા (Power of Accommodation)

આંખનો લેન્સ (નેત્રમણિ) રેસામય જેલી જેવા પદાર્થનો બનેલો છે. તેની વક્રતામાં સિલિયરી સ્નાયુઓ વડે થોડી માત્રામાં ફેરફાર કરી શકાય છે. લેન્સની વક્રતામાં ફેરફાર થવાથી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ બદલાય છે. જ્યારે સ્નાયુઓ શિથિલ થાય છે ત્યારે લેન્સ પાતળો બને છે. આમ, તેની કેન્દ્રલંબાઈ વધે છે. આનાથી આપણે દૂરની વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકીએ છીએ. જ્યારે તમે આંખની નજીક રહેલી વસ્તુઓને જુઓ છો ત્યારે સિલિયરી સ્નાયુઓ સંકોચાય છે. આનાથી નેત્રમણિની વક્રતામાં વધારો થાય છે. તેથી નેત્રમણિ જાડો થાય છે. પરિણામે નેત્રમણિની કેન્દ્રલંબાઈ ઘટે છે. આનાથી આપણે નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકીએ છીએ.

આંખના લેન્સની પોતાની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરવાની આ ક્ષમતાને સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે. તેમ છતાં આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ અમુક લઘુતમ સીમાથી ઘટી શકતી નથી. છાપેલા પાનાને તમારી આંખની ખૂબ નજીક લઈ જઈને વાંચવાનો પ્રયત્ન કરો. તમને પ્રતિબિંબ ઝાંખું દેખાશે અથવા આંખ તાણ અનુભવશે. કોઈ વસ્તુને સ્પષ્ટ અને આરામપૂર્વક જોવા માટે તમારે તેને આંખથી આશરે 25 cm દૂર રાખવી પડે. જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સૌથી સ્પષ્ટપણે જોઈ શકાય, તે અંતરને દૃષ્ટિનું લઘુતમ અંતર કહે છે. તેને આંખનું નજીક બિંદુ પણ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે. દૂરના જે અંતર સુધી આંખ વસ્તુને સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે, તે અંતરને આંખનું દૂરબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અનંત અંતરે હોય છે. આમ, સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ 25 cm થી અનંત અંતર સુધીની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે છે.

કેટલીક વાર, મોટી ઉંમરની વ્યક્તિની આંખનો સ્ફટિકમય લેન્સ દૂધિયો અને વાદળછાયો બની જાય છે. આ પ્રકારની પરિસ્થિતિને મોતિયો (Cataract - કૅટૅરૅક્ટ) કહે છે. તેનાથી તેઓ અંશતઃ અથવા સંપૂર્ણ દૃષ્ટિ ગુમાવે છે. મોતિયાની સર્જરી દ્વારા જોવાની શક્તિ પુનઃસ્થાપિત કરી શકાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

આપણને જોવા માટે એક નહિ પણ બે આંખો કેમ છે ?

એક આંખને બદલે બે આંખ હોવાના કેટલાક ફાયદા છે. તેનાથી વિશાળ દૃષ્ટિ-ફલક મળે છે. માણસ એક આંખ વડે 150° ક્ષિતિજ વિસ્તાર જોઈ શકે છે જ્યારે બંને આંખો વડે આ વિસ્તાર લગભગ 180° થઈ જાય છે. અલબત્ત, કોઈ મંદ પ્રકાશિત વસ્તુની સ્પષ્ટ હાજરી એક કરતાં બે સંવેદકો (આંખો) વડે સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે.

કેટલાંક પ્રાણીઓ, મુખ્યત્વે સહેલાઈથી શિકાર કરતાં પ્રાણીઓમાં તેમના મસ્તકની બે વિરોધી બાજુએ બે આંખો ગોઠવાયેલી હોય છે. જેનાથી તેમને વિશાળ દૃષ્ટિ-ફલક મળે છે, પરંતુ આપણી બે આંખો આપણા માથામાં આગળની બાજુએ ગોઠવાયેલી છે, જેનાથી આપણી આંખોનો દૃષ્ટિ-ફલક ઘટે છે, પરંતુ ત્રિપરિમાણીય દૃષ્ટિ–ક્ષમતાનો લાભ મળે છે. એક આંખને બંધ કરીને બીજી આંખથી જુઓ તમને દુનિયા સપાટ દ્વિ-પરિમાણીય લાગશે. બંને આંખો ખુલ્લી રાખીને જુઓ તમને દુનિયાની વસ્તુઓનું ઊંડાણ પણ જાણવા મળશે. કારણ કે આપણી આંખોની વચ્ચે થોડા સેન્ટિમીટરનું અંતર હોવાથી દરેક આંખ એકબીજાથી સહેજ અલગ દૃશ્ય જુએ છે. આપણું મગજ આ વધારાની જાણકારીનો ઉપયોગ કરીને બે દૃશ્યોને એક દૃશ્યમાં સંયોજિત કરે છે અને વસ્તુ કેટલી દૂર કે નજીક છે તે જણાવે છે.

11.2 દૃષ્ટિની ખામીઓ અને તેનું નિવારણ (Defects of Vision and Their Correction)

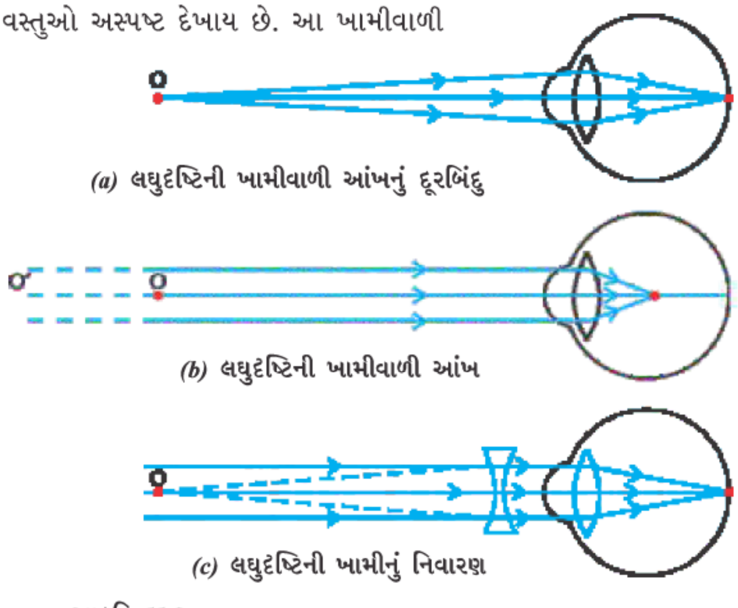
A7S6T3

કેટલીક વાર આંખો ધીમે-ધીમે પોતાની સમાવેશ ક્ષમતા ગુમાવતી જાય છે. આવી પરિસ્થિતિમાં વ્યક્તિ વસ્તુઓને આરામથી અને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આંખોમાં વક્રીકારક ખામીઓ (Refractive Defects)ને કારણે દૃષ્ટિમાં ઝાંખપ આવે છે.

દૃષ્ટિની વક્રીકારક ખામીઓના મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકાર છે : (i) લઘુદૃષ્ટિની ખામી અથવા માયોપીઆ (near-sightedness or myopia) (ii) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી અથવા હાઈપરમેટ્રોપીઆ (Far-sightedness or hypermetropia) (iii) પ્રેસ બાયોપીઆ (Presbyopia). આ ખામીઓને યોગ્ય ગોળીય લેન્સ વાપરીને સુધારી શકાય છે. આપણે આ ખામીઓ અને તેના નિવારણ વિશે હવે ચર્ચા કરીશું.

(a) માયોપીયા (Myopia)

માયોપીઆને લઘુદૃષ્ટિની ખામી પણ કહેવાય છે. માયોપીઆ ધરાવતી કોઈ વ્યક્તિ નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોઈ શકે છે, પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આ ખામીવાળી વ્યક્તિની આંખનું દૂરબિંદુ અનંત અંતરેથી ખસીને આંખની નજીક આવે છે. આવી વ્યક્તિ થોડા મીટર દૂર રાખેલી વસ્તુઓને જ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખમાં દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલ પર રચાતું નથી, પરંતુ નેત્રપટલની આગળ રચાય છે [આકૃતિ 11.2 (b)]. આ ખામી ઉદ્ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની વક્રતા વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડોળો લાંબો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સ વાપરવાથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 11.2 (c)માં દર્શાવ્યું છે. યોગ્ય પાવરનો અંતર્ગોળ લેન્સ પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર લાવી દે છે અને આમ આ ખામીનું નિવારણ થઈ જાય છે.



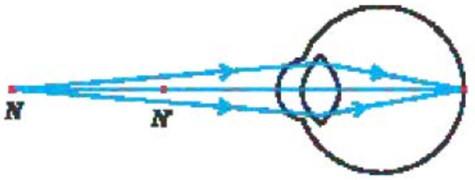
(a) લઘુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખનું દૂરબિંદુ

(b) લઘુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખ

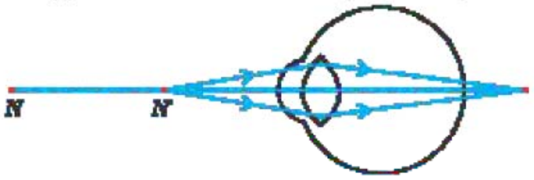
(c) લઘુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

આકૃતિ 11.2

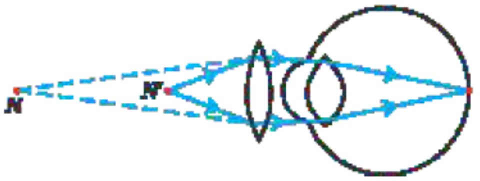
(a), (b) લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને (c) અંતર્ગોળ લેન્સથી લઘુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ



(a) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખનું નજીક બિંદુ



(b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ



(c) ગુરુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

આકૃતિ 11.3

(a), (b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને (c) હાઈપરમેટ્રોપીઆનું નિવારણ

N = હાઈપરમેટ્રોપીક આંખનું નજીકબિંદુ

N' = સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ

(b) હાઈપરમેટ્રોપીઆ (Hypermetropia)

હાઈપરમેટ્રોપીઆને ગુરુદૃષ્ટિની (દૂર દૃષ્ટિની) ખામી તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ દૂરની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે, પરંતુ નજીકની વસ્તુઓ તેને અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આવી વ્યક્તિમાં આંખનું નજીક બિંદુ સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર (25 cm)થી દૂર ખસી જાય છે. આવી વ્યક્તિએ આરામથી વાચન કરવા માટે વાચન–સામગ્રી (પુસ્તક વગેરે)ને આંખથી 25 cmથી વધારે દૂર રાખવી પડે છે. આનું કારણ એ છે કે નજીકની વસ્તુમાંથી આવતા પ્રકાશનાં કિરણો આકૃતિ 11.3 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રેટિનાની પાછળના ભાગે કેન્દ્રિત થાય છે . આ ખામી ઉદ્ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઘણી વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડોળો ખૂબ નાનો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવરના બહિર્ગોળ લેન્સથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 11.3 (c)માં દર્શાવ્યું છે. અભિસારી લેન્સ ધરાવતા ચશ્માંના ઉપયોગથી નેત્રપટલ પર પ્રતિબિંબ રચવા માટે જરૂરી વધારાનો ફોક્સિંગ (કેન્દ્રિત કરવાનો) પાવર મળી રહે છે.

(c) પ્રેસબાયોપીઆ (Presbyopia)

ઉંમર વધવાની સાથે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. મોટા ભાગની વ્યક્તિઓમાં આંખનું નજીકબિંદુ દૂર ધકેલાય છે. ચશ્માં વિના તેમને નજીકની વસ્તુઓ આરામથી અને સ્પષ્ટ રીતે જોવામાં તકલીફ પડે છે. આ ખામીને પ્રેસબાયોપીઆ કહે છે. આ ખામી આંખના સિલિયરી સ્નાયુઓ નબળા પડવાથી અને આંખના નેત્રમણિ (લેન્સ)ની સ્થિતિસ્થાપકતા ઓછી થવાથી ઉદ્ભવે છે. કેટલીક વાર, વ્યક્તિ લઘુદૃષ્ટિની ખામી અને ગુરુદૃષ્ટિની ખામી એમ બંને ખામીથી પીડાય છે. આવી વ્યક્તિને દ્વિકેન્દ્રી લેન્સ (બાયફોકલ લેન્સ)ની જરૂર પડે છે. સામાન્ય પ્રકારના બાયફોકલ લેન્સમાં અંતર્ગોળ લેન્સ અને બહિર્ગોળ લેન્સ એમ બંને લેન્સ હોય છે. ઉપરનો ભાગ અંતર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે દૂરની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે. નીચેનો ભાગ બહિર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે નજીકની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે.

આજકાલ સંપર્કલેન્સ (કોન્ટેક લેન્સ)થી અથવા શસ્ત્રક્રિયાથી વક્રીકારક ખામીઓ (દૃષ્ટિની ખામીઓ) નિવારી શકાય છે.

પ્રશ્નો

1. આંખની સમાવેશ ક્ષમતા એટલે શું ?
2. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી એક વ્યક્તિ 1.2 mથી વધારે દૂર વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આ ખામીનું નિવારણ કરવા કયા પ્રકારનો શુદ્ધિકારક લેન્સ (Corrective Lens) વાપરવો જોઈએ ?
3. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અને નજીકબિંદુ એટલે શું ?
4. છેલ્લી પાટલી પર બેઠેલા વિદ્યાર્થીને બ્લૅકબૉર્ડ પરનું લખાણ વાંચવામાં તકલીફ પડે છે. આ બાળક કઈ ખામીથી પીડાતું હશે ? તેનું નિવારણ કેવી રીતે થઈ શકે ?

આના વિશે વિચારો (Think it Over)

અદ્‌ભુત વસ્તુઓની વાત કરો છો જે જુઓ છો આપ
ચમકે છે તેજસ્વી સૂર્ય એમ કહો છો આપ
અનુભવું છું તેની ઉષ્મા હું પણ,
તે કેવી રીતે બનાવે દિવસ અને રાત

-સી. સિબ્બર

(સી. સિબ્બેર દ્વારા અંગ્રેજીમાં રચિત કવિતા The Blind Boyની કેટલીક પંક્તિઓના ભાવાનુવાદ)

શું આપ જાણો છો કે આપણી આંખો આપણા મૃત્યુ પછી જીવંત રહે છે ? આપણા મૃત્યુ પછી આપણે નેત્રદાન કરીને કોઈ નેત્રહીન વ્યક્તિના જીવનને ઉજાળી શકીએ છીએ.

વિકાસશીલ દેશોમાં લગભગ 35 મિલિયન વ્યક્તિઓ દૃષ્ટિહીન છે અને એમાંથી મોટા ભાગના વ્યક્તિઓની દૃષ્ટિનો ઉપચાર થઈ શકે છે. કોર્નિઅલ અંધત્વ (Corneal Blindness)થી પીડાતી 4.5 મિલિયન વ્યક્તિઓને નેત્રદાનથી મળેલા કોર્નિયા પ્રત્યારોપણથી સાજા કરી શકાય છે. આ 4.5 મિલિયન વ્યક્તિઓ પૈકી 60 %, 12 વર્ષથી નાની ઉંમરનાં બાળકો છે. તેથી, જો આપણને દૃષ્ટિનું વરદાન મળ્યું છે તો શા માટે આપણે કોઈ દૃષ્ટિહીનને દૃષ્ટિ ન આપીએ ? નેત્રદાન કરતી વખતે આપણે કઈ–કઈ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું જોઈએ ?

- નેત્રદાન કરનાર વ્યક્તિ કોઈ પણ ઉંમરનો અથવા જાતિનો હોઈ શકે છે. ચશ્માં પહેરતા અને મોતિયાનું ઑપરેશન કરેલ વ્યક્તિઓ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે. ડાયાબિટીસ ધરાવતી વ્યક્તિઓ, ઊંચું રક્તદબાણ (હાઈ બ્લડપ્રેશર) ધરાવતી વ્યક્તિ, દમનો રોગી અને જેને સંક્રમણ (ચેપી) રોગ થયો નથી તેવી વ્યક્તિ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે.
- મૃત્યુ પછી 4થી 6 કલાકની અંદર આંખો કાઢી લેવી જોઈએ. નજીકની નેત્રબૅન્ક (eye bank)ને તાત્કાલિક જાણ કરવી જોઈએ.
- નેત્રબૅન્કની ટીમ મૃતક વ્યક્તિના ઘરે અથવા હૉસ્પિટલમાં આંખો કાઢી લેશે.
- આંખો કાઢવાની પ્રક્રિયામાં માત્ર 10થી 15 મિનિટ જ થાય છે. આ એક સરળ પ્રક્રિયા છે અને તેનાથી કોઈ દેખાવ-વિરૂપ થતો નથી.
- એવી વ્યક્તિ કે જે એઇડ્સ (AIDS), હિપેટાઇટિસ-બી અથવા સી (Hepatitis B or C), હડકવા (Rabies), તીવ્ર પાંડુરોગ (Acute Leukaemia), ધનુર (Tetanus), કૉલેરા, મેનિન્જાઇટિસ (મગજ અને કરોડરજ્જુની ફરતે સ્નાયુઓનો સોજો - Meningitis) અથવા મગજનો સોજો (Encephalitis-એન્સેફ્લાઇટિસ)થી પીડિત છે અથવા તેના લીધે મૃત્યુ પામી છે તે નેત્રદાન કરી શકે નહિ.

નેત્રબૅન્ક દાન કરાયેલી આંખો એકઠી કરે છે, તેનું મૂલ્યાંકન કરે છે અને વિતરણ કરે છે. દાન કરાયેલ બધી જ આંખોનું સખત તબીબી ધારાધોરણ વડે મૂલ્યાંકન થાય છે. પ્રત્યારોપણનાં ધોરણોમાં પાસ ન થયેલી આંખોને મહત્ત્વનાં સંશોધનો અને તબીબી શિક્ષણમાં વપરાય છે. નેત્રદાતા અને નેત્રદાન સ્વીકારનાર બંનેની ઓળખ ગુપ્ત રાખવામાં આવે છે.

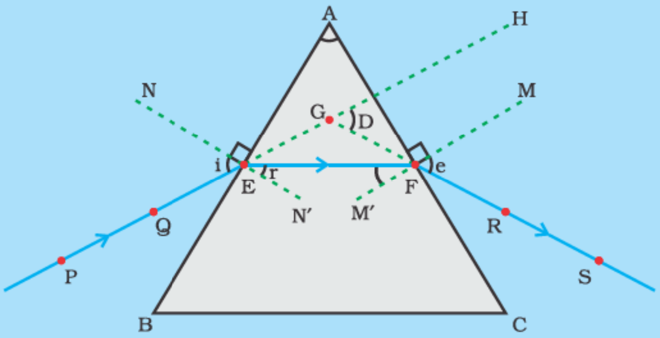
આંખોની એક જોડ, કોર્નિઅલ અંધત્વ ધરાવતી બે વ્યક્તિઓને દૃષ્ટિ પ્રદાન કરી શકે છે.

11.3 પ્રિઝમ વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of Light through a Prism)

કાચના લંબઘનમાંથી પસાર થવાથી પ્રકાશ કેવી રીતે વક્રીભવન પામે છે તે તમે શીખી ગયાં છો. કાચના લંબઘનમાં હોય છે તેવી સમાંતર વક્રીભવનકારક સપાટીઓ માટે નિર્ગમનકિરણ એ આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. તેમ છતાં તેનું સહેજ પાર્શ્વીય સ્થાનાંતર થાય છે. કોઈ પારદર્શક પ્રિઝમમાંથી પ્રકાશ પસાર થાય ત્યારે તે કેવી રીતે વક્રીભવન પામશે ? કાચના એક ત્રિકોણીય પ્રિઝમ વિશે વિચારો. તેને બે ત્રિકોણાકાર પાયા અને ત્રણ લંબચોરસ પાર્શ્વીય બાજુઓ હોય છે. આ સપાટીઓ એકબીજા સાથે ઢળેલી હોય છે. તેની બે પાર્શ્વીય બાજુઓ વચ્ચેના ખૂણાને પ્રિઝમકોણ કહે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.1

- એક ડ્રૉઇંગબૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ડ્રૉઇંગપિનની મદદથી લગાવો.
- તેના પર એક કાચનો પ્રિઝમ એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેની ત્રિકોણાકાર બાજુઓ પાયો બને. પેન્સિલ વડે તેની કિનારીઓ અંકિત કરો.
- પ્રિઝમની કોઈ એક વક્રીભવનકારક સપાટી AB સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે તેવી રેખા PE દોરો.
- આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રેખા PE પર બે ટાંકણીઓ P અને Q સ્થાને લગાવો.
- પ્રિઝમની બીજી બાજુ AC તરફથી P અને Q ટાંકણીઓનું પ્રતિબિંબ જુઓ.
- R અને S બિંદુઓ પર બે ટાંકણીઓ એવી રીતે લગાવો કે જેથી ટાંકણીઓ R અને S તથા P અને Qના પ્રતિબિંબ એક સીધી રેખામાં દેખાય.
- ટાંકણીઓ અને કાચના પ્રિઝમને હટાવી લો.
- રેખા PE પ્રિઝમની ધારને E બિંદુએ મળે છે (જુઓ આકૃતિ 11.4.) આ જ પ્રકારે R અને S બિંદુઓને એક રેખાથી જોડો અને લંબાવો. જુઓ કે રેખા PE અને RS એ પ્રિઝમની ધારોને અનુક્રમે E અને F બિંદુમાં મળે છે. E અને F બિંદુઓને જોડો.
- પ્રિઝમની વક્રીભવનકારક સપાટીઓ AB તથા AC પર અનુક્રમે E તથા F બિંદુએ લંબ દોરો.
- આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આપાતકોણ ($\angle i$), વક્રીભવનકોણ ($\angle r$) તથા નિર્ગમનકોણ ($\angle e$) નામ નિર્દેશિત કરો.



PE	**- આપાતકિરણ (Incident ray)**	$\angle i$	**- આપાતકોણ (Angle of incidence)**
EF	**- વક્રીભૂતકિરણ (Refracted ray)**	$\angle r$	**- વક્રીભવનકોણ (Angle of refraction)**
FS	**- નિર્ગમનકિરણ (Emergent ray)**	$\angle e$	**- નિર્ગમનકોણ (Angle of emergence)**
$\angle A$	**- પ્રિઝમકોણ (Angle of the prism)**	$\angle D$	**- વિચલનકોણ (Angle of deviation)**

આકૃતિ 11.4 કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝમ વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન

અહીં PE આપાતકિરણ છે. EF વક્રીભૂતકિરણ છે તથા FS નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે પ્રકાશનું કિરણ પ્રથમ સપાટી AB પર હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. પ્રકાશનું કિરણ વક્રીભવન પામીને લંબ તરફ વળે છે. બીજી બાજુ AC પર પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં પ્રવેશે છે. આથી, તે લંબથી દૂર વળે છે. પ્રિઝમની દરેક વક્રીભવનકારક સપાટી પર આપાતકોણ તથા વક્રીભવનકોણની સરખામણી કરો. શું આ કાચના લંબઘનમાં જોવા મળતા વક્રીભવન જેવું જ છે ? પ્રિઝમના વિલક્ષણ આકારને કારણે નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણની દિશા સાથે એક ખૂણો બનાવે છે. આ ખૂણાને વિચલનકોણ કહે છે. આપણા કિસ્સામાં $\angle D$ વિચલનકોણ છે. આપેલ પ્રવૃત્તિમાં વિચલનકોણ દર્શાવો અને તેને માપો.

11.4 કાચના પ્રિઝમ વડે શ્વેત પ્રકાશનું વિભાજન

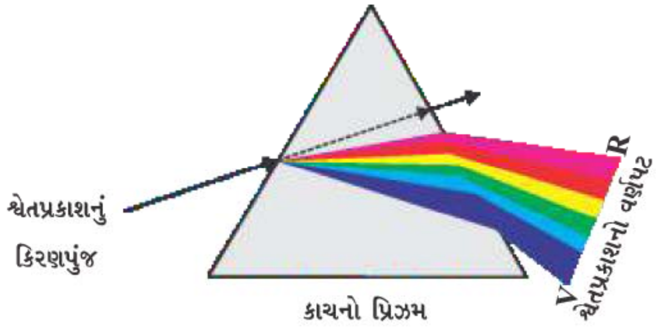
(Dispersion of White Light by a Glass Prism)

તમે મેઘધનુષના ભવ્ય રંગો જોયા હશે અને માણ્યા હશે. સૂર્યના શ્વેત પ્રકાશથી આપણને મેઘધનુષના વિવિધ રંગો કેવી રીતે જોવા મળે છે ? આપણે આ પ્રશ્નને સમજીએ તે પહેલાં આપણે ફરીથી પ્રિઝમ વડે થતા પ્રકાશના વક્રીભવન વિશે વિચારીએ. કાચના પ્રિઝમની ઢળેલી વક્રીભવનકારક સપાટીઓ એક રોચક ઘટના દર્શાવે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેને સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.2

- એક કાગળનું પૂઠું લો અને તેના મધ્યમાં એક નાનું છિદ્ર કે સાંકડી ફાટ બનાવો.
- સાંકડી ફાટ પર સૂર્યપ્રકાશ પડવા દો. તેમાંથી શ્વેતપ્રકાશનું એક પાતળું કિરણપુંજ મળે છે.
- હવે કાચનો એક પ્રિઝમ લો અને આકૃતિ 11.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફાટમાંથી પ્રકાશને પ્રિઝમની એક બાજુ પર પડવા દો.
- પ્રિઝમને ધીરે–ધીરે એવી રીતે ફેરવો કે જેથી તેમાંથી નીકળતો પ્રકાશ પાસે રાખેલા પડદા પર દેખાય.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? તમે એક સુંદર વર્ણપટ જોશો. આવું શાથી બને છે ?

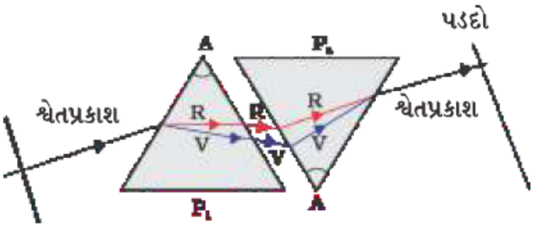
સંભવતઃ પ્રિઝમે આપાત શ્વેતપ્રકાશનું વર્ણપટમાં વિભાજન કર્યું છે. વર્ણપટના બંને છેડે જોવા મળતા રંગોને ધ્યાનથી જુઓ. પડદા પર જોવા મળતા રંગોનો ક્રમ શું છે ? જોવા મળતા રંગો આ ક્રમમાં ગોઠવાયેલા છે : જાંબલી (Violet), નીલો (Indigo), વાદળી (Blue), લીલો (Green), પીળો (Yellow), નારંગી (Orange) અને રાતો (Red) (આકૃતિ 11.5). રંગોનો આ ક્રમ યાદ રાખવા માટે ટૂંકાક્ષરો જાનીવાલીપીનારા (VIBGYOR) ઉપયોગી થશે. પ્રકાશના આ ઘટક રંગોના પટ્ટાને વર્ણપટ (Spectrum) કહે છે. તમે બધા જ રંગોને સહેલાઈથી અલગ જોઈ નહિ શકો તેમ છતાં તમે એકબીજાનો ભેદ પારખી શકશો. પ્રકાશનું તેના ઘટક રંગોમાં વિભાજન થવાની આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિભાજન (Dispersion) કહે છે.



આકૃતિ 11.5 કાચના પ્રિઝમ વડે શ્વેતપ્રકાશનું વિભાજન

તમે જોયું કે શ્વેતપ્રકાશનું પ્રિઝમ વડે તેના સાત ઘટક રંગોમાં વિભાજન થાય છે. આપણને આ રંગો કેમ મળે છે ? પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના જુદા–જુદા રંગો, આપાતકિરણની સાપેક્ષે જુદા–જુદા ખૂણે વળે છે. લાલ પ્રકાશ સૌથી ઓછો વળે છે, જ્યારે જાંબલી પ્રકાશ સૌથી વધુ વળે છે. આમ, દરેક રંગનાં કિરણો જુદા–જુદા માર્ગે નીકળે છે અને અલગ-અલગ દેખાય છે. આપણે વર્ણપટમાં જે જોઈએ છીએ તે ભિન્ન રંગોનો પટ્ટો છે.

આઇઝેક ન્યૂટને સૂર્યપ્રકાશનો વર્ણપટ મેળવવા માટે સૌપ્રથમ પ્રિઝમનો ઉપયોગ કર્યો હતો. તેમણે બીજો આવો જ એક પ્રિઝમ લઈ શ્વેતપ્રકાશથી મળતા વર્ણપટનું વધારે વિભાજન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો, પરંતુ તેને વધારાના કોઈ રંગો મળ્યા નહિ. ત્યાર બાદ તેમણે એક આવો જ પ્રિઝમ લઈને પહેલાં કરતાં ઊંધો ગોઠવ્યો (આકૃતિ 11.6). આમ,



આકૃતિ 11.6 શ્વેતપ્રકાશના વર્ણપટનું પુનઃસંયોજન

આકૃતિ 11.7
આકાશમાં મેઘધનુષ

વર્ણપટના બધા જ રંગો બીજા પ્રિઝમમાંથી પસાર થવા દીધા. તેમણે જોયું કે બીજા પ્રિઝમમાં બીજી બાજુથી શ્વેતપ્રકાશનું કિરણપુંજ નિર્ગમન પામે છે. આ અવલોકન પરથી ન્યૂટનને વિચાર આવ્યો કે સૂર્યપ્રકાશ સાત રંગોનો બનેલો છે.

કોઈ પણ પ્રકાશ કે જે સૂર્યપ્રકાશ જેવો વર્ણપટ બનાવે છે તેને ઘણી વાર શ્વેતપ્રકાશ પણ કહેવાય છે.

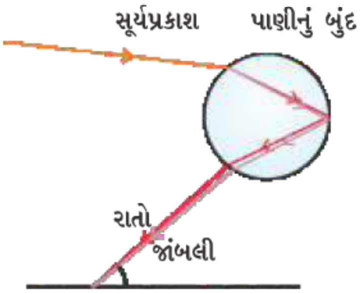
મેઘધનુષ એ વરસાદ પડ્યા પછી આકાશમાં જોવા મળતો પ્રાકૃતિક વર્ણપટ છે (આકૃતિ 11.7) તે વાતાવરણમાં રહેલા પાણીના સૂક્ષ્મ બુંદો વડે સૂર્યપ્રકાશના વિભાજનથી રચાય છે. મેઘધનુષ હંમેશાં આકાશમાં સૂર્યની વિરુદ્ધ દિશામાં રચાય છે. પાણીનાં બુંદો અતિ નાના પ્રિઝમ તરીકે વર્તે છે. આ બુંદો દાખલ થતા પ્રકાશનું પ્રથમ વક્રીભવન અને વિભાજન, ત્યાર બાદ આંતરિક પરાવર્તન અને અંતે બુંદમાંથી બહાર નીકળતા પ્રકાશનું વક્રીભવન કરે છે (આકૃતિ 11.8). પ્રકાશના વિભાજન તથા આંતરિક પરાવર્તનના કારણે વિવિધ રંગો અવલોકનકારની આંખો સુધી પહોંચે છે.

સૂર્ય દેખાતો હોય તેવા દિવસે જો તમે સૂર્ય તરફ પીઠ ફેરવીને ઊભા હો અને પાણીના ધોધ કે પાણીના ફુવારામાંથી આકાશ તરફ જોતા હો તોપણ મેઘધનુષ દેખાઈ શકે છે.

F3Q5Q9

11.5 વાતાવરણીય વક્રીભવન (Atmospheric Refraction)

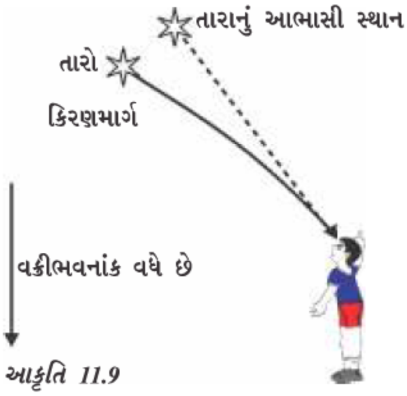
તમે કદાચ કોઈ અગ્નિ (જ્વાળાં) કે ઉષ્ણતા પ્રસારક યંત્ર (રેડિયેટર - Radiator)માંથી નીકળતી પ્રક્ષુબ્ધ (Turbulent) ગરમ હવામાંથી કોઈ પદાર્થની અનિયમિત અસ્થિર ગતિ અથવા ટમટમાટ જોઈ હશે. અગ્નિની તરત જ ઉપર રહેલી હવા, તેની ઉપરની હવા કરતાં વધારે ગરમ હોય છે. ગરમ હવા પોતાની ઉપરની ઠંડી હવા કરતાં પાતળી (ઓછી ઘનતાવાળી) હોય છે તથા તેનો વક્રીભવનાંક ઠંડી હવા કરતાં થોડો ઓછો હોય છે. અહીં, વક્રીભવનકારક માધ્યમ (હવા)ની ભૌતિક પરિસ્થિતિ પણ સ્થિર ન હોવાથી વસ્તુનું દેખીતું સ્થાન, ગરમ હવામાંથી જોવાને કારણે સતત બદલાયા કરે છે. આમ, આ અસ્થિરતા આપણા સ્થાનીય પર્યાવરણમાં નાના પાયે થતા વાતાવરણીય વક્રીભવન (પૃથ્વીના વાતાવરણને કારણે પ્રકાશનું વક્રીભવન)નો જ પ્રભાવ છે. તારાઓનું ટમટમવું એ ખૂબ મોટા પાયે જોવા મળતી આવી જ ઘટના છે. ચાલો, આપણે તેને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.



આકૃતિ 11.8
મેઘધનુષનું નિર્માણ

તારાઓનું ટમટમવું (Twinkling of Stars)

તારાઓના પ્રકાશનું વાતાવરણીય વક્રીભવન થવાથી તારાઓ ટમટમતા લાગે છે. તારાઓનો પ્રકાશ પૃથ્વી પર પહોંચે તે પહેલાં પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશતાં સતત વક્રીભવન પામતો આવે છે. વાતાવરણીય વક્રીભવન એવા માધ્યમમાં થાય છે જેમાં વક્રીભવનાંકમાં ક્રમિક ફેરફાર થતો જતો હોય. અહીં, વાતાવરણ તારાઓના પ્રકાશને લંબ તરફ વાળે છે, તેથી તારાનું આભાસી સ્થાન તેના મૂળ સ્થાન કરતાં થોડુંક અલગ દેખાય છે. ક્ષિતિજ પાસે જ્યારે જોવામાં આવે છે (આકૃતિ 11.9) ત્યારે કોઈ તારો તેના વાસ્તવિક સ્થાનથી થોડોક ઉપર દેખાય છે. વળી, આગળના ફકરામાં સમજાવ્યું તેમ પૃથ્વીના વાતાવરણની ભૌતિક પરિસ્થિતિ સ્થાયી ન હોવાથી તારાનું દેખીતું સ્થાન સ્થિર હોતું નથી, પરંતુ થોડુંક બદલાયા કરે છે. તારાઓ પૃથ્વીથી ઘણા દૂર રહેલા હોવાથી તેમને પ્રકાશનાં બિંદુવત્ ઉદ્‌ગમો ગણી શકાય. તારામાંથી આવતા પ્રકાશનાં કિરણોનો માર્ગ થોડો–થોડો બદલાયા કરે છે. આથી, તારાનું દેખીતું સ્થાન બદલાયા કરે છે અને આપણી આંખમાં પ્રવેશતા તારાના પ્રકાશની માત્રા પણ અનિયમિતપણે બદલાય છે – જેથી તારો કોઈ વાર પ્રકાશિત દેખાય છે, તો કોઈ વાર ઝાંખો દેખાય છે, જે ટમટમવાની અસર છે.

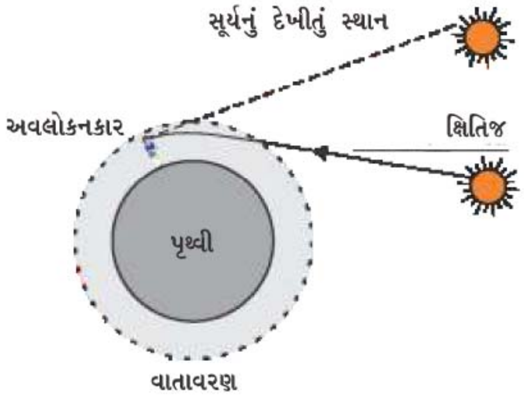


આકૃતિ 11.9
વાતાવરણીય વક્રીભવનને કારણે તારાનું આભાસી સ્થાન

ગ્રહો કેમ ટમટમતાં નથી ? ગ્રહો પૃથ્વીની ઘણા નજીક છે અને તેથી તેમને વિસ્તૃત સ્રોત તરીકે દેખાય છે. જો આપણે ગ્રહને બિંદુવત્ પ્રકાશ ઉદ્દગમોના સમૂહ તરીકે ગણીએ તો, બધા જ બિંદુવત્ પ્રકાશ ઉદ્દગમોથી આપણી આંખોમાં પ્રવેશ કરતા પ્રકાશની માત્રામાં કુલ પરિવર્તનનું સરેરાશ મૂલ્ય શૂન્ય થાય, તેથી જ ટમટમવાની અસર નાબૂદ થાય છે.

વહેલો સૂર્યોદય અને મોડો સૂર્યાસ્ત (Advance Sunrise and Delayed Sunset)

વાતાવરણીય વક્રીભવનને કારણે સૂર્ય આપણને વાસ્તવિક સૂર્યોદયથી લગભગ 2 મિનિટ વહેલો દેખાય છે તથા વાસ્તવિક સૂર્યાસ્તથી લગભગ 2 મિનિટ પછી પણ દેખાય છે. વાસ્તવિક સૂર્યોદય એટલે સૂર્ય ખરેખર ક્ષિતિજને પાર કરે. આકૃતિ 11.10માં સૂર્યનું ક્ષિતિજની સાપેક્ષે વાસ્તવિક અને દેખીતું સ્થાન દર્શાવ્યું છે. વાસ્તવિક સૂર્યાસ્ત તથા દેખીતા સૂર્યાસ્ત વચ્ચેનો સમયગાળો આશરે 2 મિનિટ છે. આ ઘટનાને કારણે જ સૂર્યોદય કે સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યની તકતી ચપટી દેખાય છે.



આકૃતિ 11.10
વાતાવરણીય વક્રીભવનની સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત પર અસર

11.6 પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન (Scattering of Light)

Z6J1X9

પ્રકાશ તથા આપણી આજુબાજુની વસ્તુઓ વચ્ચેની આંતરક્રિયાને કારણે આપણને કુદરતમાં અનેક વાર અદ્ભુત ઘટનાઓ જોવા મળે છે. આકાશનો ભૂરો રંગ, સમુદ્રમાં ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનો રંગ, સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય રતાશપડતો દેખાવો – આ એવી અદ્ભુત ઘટનાઓ છે જેનાથી આપણે પરિચિત છીએ. આગળનાં ધોરણોમાં તમે કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણન વિશે શીખ્યાં છો. સાચા દ્રાવણમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના કિરણપુંજનો માર્ગ આપણે જોઈ શકતા નથી, પરંતુ પ્રમાણમાં મોટા કદના કણો ધરાવતાં કલિલ દ્રાવણોમાંથી પસાર થતા કિરણપુંજનો માર્ગ આપણે જોઈ શકીએ છીએ.

11.6.1 ટિન્ડલ અસર (Tyndall Effect)

પૃથ્વીનું વાતાવરણ સૂક્ષ્મ કણોનું વિષમાંગ મિશ્રણ છે. આ કણોમાં ધુમાડો, સૂક્ષ્મ પાણીના બુંદ, ધૂળના નિલંબિત કણો અને હવાના અણુઓનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે કોઈ પ્રકાશનું કિરણપુંજ આવા સૂક્ષ્મ કણોને અથડાય છે ત્યારે તે કિરણનો માર્ગ દૃશ્યમાન બને છે. આ કણો દ્વારા પરાવર્તન પામીને પ્રકાશ આપણા સુધી પહોંચે છે. કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણનની ઘટનાથી ટિન્ડલ અસર ઉદ્ભવે છે, જેનો અભ્યાસ તમે ધોરણ IXમાં કર્યો છે. સૂર્યપ્રકાશનું કિરણ એક નાના છિદ્ર દ્વારા ધુમાડો ભરેલા રૂમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે આ ઘટના જોવા મળે છે. આ રીતે, પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કણોને દૃશ્યમાન બનાવે છે. સૂર્યપ્રકાશ ગાઢ જંગલના ઉપરના બાહ્ય આવરણમાંથી પસાર થાય છે. ત્યારે પણ ટિન્ડલ અસર જોવા મળે છે. અહીં, ઝાકળનાં સૂક્ષ્મ જલબુંદો વડે પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થાય છે.

પ્રકીર્ણન પામતા પ્રકાશનો રંગ પ્રકીર્ણન કરતાં કણોના પરિમાણ (Size-કદ) પર આધાર રાખે છે. અત્યંત બારીક કણો મુખ્યત્વે વાદળી રંગના પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે. જ્યારે મોટા કણો મોટી તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે. જો પ્રકીર્ણન કરતા કણોનું કદ ખૂબ મોટું હોય, તો પ્રકીર્ણન પામતો પ્રકાશ સફેદ દેખાય છે.

11.6.2 સ્વચ્છ આકાશનો વાદળી (ભૂરો) રંગ કેમ હોય છે ?

(Why is the Colour of the Clear Sky Blue)

વાતાવરણમાં હવાના અણુઓ અને બીજા બારીક કણો દશ્યપ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં નાના પરિમાણ ધરાવે છે. આ કણો લાલ રંગની મોટી તરંગલંબાઈના દશ્યપ્રકાશ કરતાં ભૂરા રંગ તરફની નાની તરંગલંબાઈના દશ્યપ્રકાશના પ્રકીર્ણન માટે વધુ અસરકારક છે. લાલ રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ ભૂરા રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં આશરે 1.8 ગણી હોય છે. જ્યારે સૂર્યપ્રકાશ વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે હવાના બારીક કણો ભૂરા રંગના પ્રકાશનું લાલ રંગના પ્રકાશ કરતાં વધુ પ્રબળતાથી પ્રકીર્ણન કરે છે. પ્રકીર્ણન પામેલો ભૂરો પ્રકાશ આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે. જો પૃથ્વીને વાતાવરણ ન હોત તો સૂર્યપ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થાત નહિ. પરિણામે આપણને આકાશ અંધકારમય દેખાતું હોત. અત્યંત ઊંચાઈએ ઊડતા યાત્રિકોને આકાશ કાળું જોવા મળે છે કારણ કે આટલી ઊંચાઈએ પ્રકીર્ણન પ્રભાવી હોતું નથી.

તમે જોયું હશે કે ભયદર્શક સિગ્નલમાં પ્રકાશનો રંગ લાલ રાખવામાં આવે છે. તમને ખબર છે શા માટે ? લાલ રંગનું ધુમ્મસ અથવા ધુમાડાથી સૌથી ઓછું પ્રકીર્ણન થાય છે, તેથી તે દૂરથી પણ લાલ રંગમાં જોઈ શકાય છે.

11.6.3 સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો રંગ

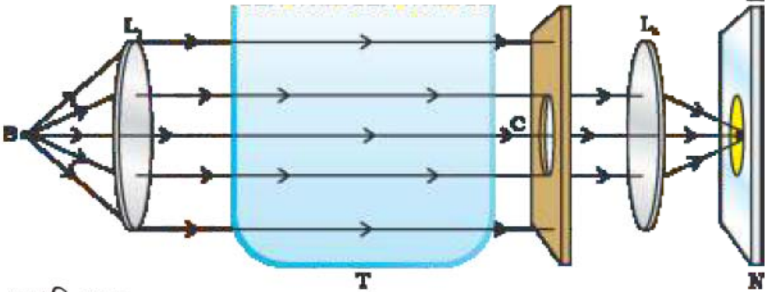
(Colour of the Sun at Sunrise and Sunset)

શું તમે સૂર્યોદય અથવા સૂર્યાસ્ત સમયે આકાશ તથા સૂર્યને જોયા છે ? શું તમે વિચાર્યું છે કે સૂર્ય અને તેની આજુબાજુનું આકાશ લાલાશપડતું શા માટે દેખાય છે ? ચાલો, આપણે આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય લાલાશપડતો શા માટે દેખાય છે તે સમજવા એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.3

- શ્વેત પ્રકાશનો એક તીવ્ર સ્રોત (S) અભિસારી (બહિર્ગોળ) લેન્સ (L_1) ના મુખ્ય કેન્દ્ર પર મૂકો. આ લેન્સ પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ આપે છે.
- આ કિરણપુંજને સ્વચ્છ પાણીથી ભરેલા પારદર્શક કાચના પાત્ર (T)માંથી પસાર થવા દો.
- આ પ્રકાશના કિરણપુંજને કાર્ડબૉર્ડ (પૂંઠા) પર બનાવેલ વર્તુળાકાર છિદ્ર (C)માંથી પસાર થવા દો અને બીજા અભિસારી લેન્સ (L_2) વડે આકૃતિ 11.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર છિદ્રનું પડદા (MN) પર સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ મેળવો.
- પાત્રમાંના લગભગ 2 L સ્વચ્છ પાણીમાં 200 g સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ (હાઈપો)ને ઓગાળો. આ પાણીમાં લગભગ 1થી 2 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો. તમે શું અવલોકન કર્યું ?

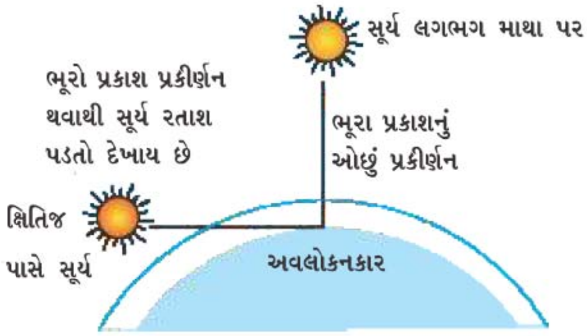
લગભગ 2થી 3 મિનિટમાં તમે સલ્ફરના અતિસૂક્ષ્મ કણો અવક્ષેપિત થતા જોશો. સલ્ફરના કણો બનવાનું શરૂ થતાં તમને કાચના પાત્રની ત્રણ બાજુઓથી જોતાં ભૂરા રંગનો પ્રકાશ દેખાય છે. અતિસૂક્ષ્મ સલ્ફરના કણો વડે ટૂંકી તરંગલંબાઈના પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થવાને કારણે આ જોવા મળે છે. કાચના પાત્રની જે બાજુ પૂંઠાના વર્તુળાકાર છિદ્ર તરફ છે તે બાજુએ ઊભા રહી પાત્રમાંથી નિર્ગમ પામતા પ્રકાશના રંગોનું અવલોકન કરો. તમને જોઈને આશ્ચર્ય થશે કે, પડદા પર પહેલા નારંગી–લાલ રંગ અને પછી ચમકતો કિરમજી–લાલ રંગ જોવા મળે છે.



આકૃતિ 11.11
કલિલ દ્રાવણમાં પ્રકાશના પ્રકીર્ણનનું અવલોકન કરવા માટેની ગોઠવણ

આ પ્રવૃત્તિ પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન દર્શાવે છે, જેનાથી તમને આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય અથવા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ સમજવામાં મદદ મળે છે.

ક્ષિતિજ પાસે સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ વાતાવરણમાં હવાના ઘટ્ટ આવરણમાંથી વધારે અંતર કાપીને આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે (આકૃતિ 11.12). પરંતુ મધ્યાહ્નને રહેલા સૂર્યમાંથી આવતા પ્રકાશને પ્રમાણમાં ઓછું અંતર કાપવું પડે છે. બપોરે સૂર્ય સફેદ દેખાય છે કેમકે માત્ર થોડાક જ ભૂરા અને જાંબલી રંગનું પ્રકીર્ણન થાય છે. ક્ષિતિજ પાસે ભૂરો પ્રકાશ અને ટૂંકી તરંગલંબાઈના પ્રકાશનો મોટો ભાગ કણો વડે પ્રકીર્ણન પામે છે. આથી, આપણી આંખો સુધી પહોંચતો પ્રકાશ મોટી તરંગલંબાઈનો હોય છે. આનાથી સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ ઉત્પન્ન થાય છે.



આકૃતિ 11.12
સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ

તમે શીખ્યાં કે

- દૂરની અને નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોવા માટે આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને કેન્દ્રિત કરવાની ક્ષમતાને આંખની સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે.
- જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સ્પષ્ટ જોઈ શકાય, તે અંતરને સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર અથવા આંખનું નજીકબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે.
- આંખોની વક્રીકારક ખામીઓ સામાન્યપણે માયોપીઆ, હાઇપરમેટ્રોપીઆ અને પ્રેસબાયોપીયા છે. માયોપીઆ (લઘુદૃષ્ટિની ખામી – દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની આગળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. હાઇપરમેટ્રોપીઆ (ગુરુદૃષ્ટિની ખામી – નજીકની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની પાછળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા બહિર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. મોટી ઉંમરે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે.
- શ્વેતપ્રકાશની તેના ઘટક રંગોમાં જુદા પડવાની ક્રિયાને પ્રકાશનું વિભાજન કહે છે.
- પ્રકાશના વિખેરણથી આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો રતાશપડતો રંગ જોવા મળે છે.

સ્વાધ્યાય

F1M3C3

1. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને માનવ–આંખ વિવિધ અંતરે રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. આવું
   (a) પ્રેસબાયોપીઆ
   (b) સમાવેશ ક્ષમતા
   (c) લઘુદૃષ્ટિ
   (d) ગુરુદૃષ્ટિ ......ને લીધે થાય છે.

2. માનવ-આંખ પોતાના આ ભાગ પર પ્રતિબિંબ રચે છે.

(a) પારદર્શકપટલ (b) આઈરિસ (કનિનીકા)

(c) કીકી (d) નેત્રપટલ (રેટિના)

3. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર આશરે ...... છે.

(a) 25 m (b) 2.5 cm (c) 25 cm (d) 2.5 m

4. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર ...... કરે છે.

(a) કીકી (b) નેત્રપટલ

(c) સિલિયરી સ્નાયુઓ (d) આઈરિસ

5. એક વ્યક્તિને દૂરની દૃષ્ટિનું નિવારણ કરવા માટે –5.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જરૂર પડે છે. તેને નજીકની દૃષ્ટિનું નિવારણ કરવા માટે +1.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જોઈએ છે. (i) દૂરદૃષ્ટિ અને (ii) લઘુદૃષ્ટિના નિવારણ માટે જરૂરી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શું હશે ?

6. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ આંખની સામે 80 cm દૂર છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા માટે વપરાતા લેન્સનો પ્રકાર અને પાવર શું હશે ?

7. હાઈપરમેટ્રોપીઆનું નિવારણ કેવી રીતે થાય તે આકૃતિ દોરી દર્શાવો. એક ગુરુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખનું નજીકબિંદુ 1 m છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા વપરાતા લેન્સનો પાવર શું હશે ? સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ 25 cm છે તેમ સ્વીકારો.

8. માનવની સામાન્ય આંખ 25 cmથી નજીક રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ કેમ નથી જોઈ શકતી ?

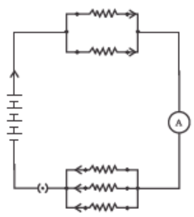
9. જ્યારે આપણે આંખથી કોઈ વસ્તુનું અંતર વધારીએ છીએ ત્યારે આંખમાં પ્રતિબિંબ–અંતરમાં શું ફરક પડે છે ?

10. તારાઓ કેમ ટમટમે છે ?

11. ગ્રહો કેમ ટમટમતા નથી તે સમજાવો.

12. વહેલી સવાર (સૂર્યોદય)ના સમયે સૂર્ય લાલાશપડતો કેમ દેખાય છે ?

13. કોઈ અંતરિક્ષયાત્રીને આકાશ ભૂરાના બદલે કાળું કેમ દેખાય છે ?



પ્રકરણ 12
વિદ્યુત
(Electricity)

Y6M6L8

વિદ્યુતનું આધુનિક સમાજમાં મહત્ત્વપૂર્ણ સ્થાન છે. તે ઘરો, શાળાઓ, હૉસ્પિટલો તથા અન્ય સ્થળે વિવિધ ઉપયોગો માટે નિયંત્રિત કરી શકાય તેવી અને સુવિધાજનક ઊર્જાનું રૂપ છે. વિદ્યુત શાનાથી બને છે અને પરિપથમાં તે કેવી રીતે વહે છે ? કયાં પરિબળો પરિપથમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનું નિયંત્રણ અથવા નિયમન કરે છે ? પ્રસ્તુત પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નોના ઉત્તર આપવા પ્રયત્ન કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ઉષ્મીય અસર અને તેની ઉપયોગિતાની પણ ચર્ચા કરીશું.

12.1 વિદ્યુતપ્રવાહ અને પરિપથ (Electric Current and Circuit)

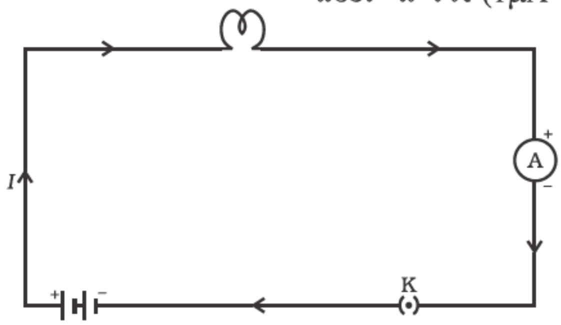
આપણે હવાના પ્રવાહ અને પાણીના પ્રવાહથી પરિચિત છીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વહેતા પાણીથી નદીમાં પાણીનો પ્રવાહ રચાય છે. આ જ રીતે વાહકમાંથી (ઉદાહરણ તરીકે ધાતુના તારમાંથી) વિદ્યુતભાર વહેતો હોય ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે, વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે કોઈ ટૉર્ચમાં સેલ(વિદ્યુતકોષ અથવા યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવેલ બૅટરી) ટૉર્ચના બલ્બને પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતભારનો પ્રવાહ અથવા વિદ્યુતપ્રવાહ પૂરો પાડે છે. આપણે એ પણ જોયું છે કે ટૉર્ચ ત્યારે જ પ્રકાશ આપે છે જ્યારે સ્વિચ (કળ) ચાલુ (ON) હોય. સ્વિચ શું કાર્ય કરે છે ? સ્વિચ વિદ્યુતકોષ (Cell) તથા બલ્બ વચ્ચે વાહક–કડી પૂરી પાડે છે. વિદ્યુતપ્રવાહના સતત અને બંધ માર્ગને વિદ્યુત–પરિપથ કહે છે. હવે જો આ પરિપથ કોઈ સ્થાનેથી તૂટી જાય (અથવા ટૉર્ચની સ્વિચ બંધ (OFF) કરવામાં આવે) તો વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો બંધ થઈ જાય છે અને બલ્બ પ્રકાશિત થતો નથી.

આપણે વિદ્યુતપ્રવાહને કેવી રીતે રજૂ કરીએ છીએ ? આપેલ આડછેદ (ક્ષેત્રફળ)માંથી એકમ સમયમાં વહેતા વિદ્યુતભારના જથ્થાને વિદ્યુતપ્રવાહ તરીકે રજૂ કરાય છે. બીજા શબ્દોમાં તે વિદ્યુતભારના વહનનો દર છે. ધાતુના તારથી બનેલા વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતભારના પ્રવાહની રચના ઇલેક્ટ્રૉન કરે છે. પરંતુ જ્યારે સૌપ્રથમ વિદ્યુતની ઘટના જોવા મળી ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉન વિશે કોઈ જાણકારી નહોતી. તેથી વિદ્યુપ્રવાહ ધન વિદ્યુતભારોની ગતિના કારણે રચાય છે તેમ માનવામાં આવ્યું અને ધન વિદ્યુતભારોની ગતિની દિશાને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તરીકે લેવામાં આવી. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉન કે જે ઋણભારિત છે, તેની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.

જો t સમયમાં વાહકના કોઈ આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતભારનો જથ્થો Q હોય, તો આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I,

$$I = \frac{Q}{t} \tag{12.1}$$

વિદ્યુતભારનો SI એકમ કુલંબ (C) છે, જે લગભગ 6×10^{18} ઇલેક્ટ્રૉનના વિદ્યુતભારને સમતુલ્ય છે. (આપણે જાણીએ છીએ કે ઇલેક્ટ્રૉન 1.6×10^{-19} C ઋણ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે). ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્દ્રે-મેરી ઍમ્પિયર (1775-1836)ના નામ પરથી વિદ્યુતપ્રવાહનો એકમ ઍમ્પિયર (A) રાખવામાં આવ્યો છે. એક ઍમ્પિયર વિદ્યુતપ્રવાહની રચના એક સેકન્ડમાં એક કુલંબ વિદ્યુતભારના વહનથી થાય છે, એટલે કે 1 A = 1C/1s. નાના વિદ્યુતપ્રવાહને મિલિઍમ્પિયર ($1 \text{ mA} = 10^{-3}\text{A}$) અથવા માઇક્રો ઍમ્પિયર ($1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$)માં રજૂ કરવામાં આવે છે. પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપવા માટે વપરાતા સાધનને એમીટર કહે છે. જે પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપવો હોય તેમાં તેને (એમીટરને) હંમેશાં શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. આકૃતિ 12.1 એક લાક્ષણિક વિદ્યુત–પરિપથની રેખાકૃતિ દર્શાવે છે, જેમાં એક સેલ, એક વિદ્યુતબલ્બ, એમીટર તથા કળ જોડેલ છે. અહીં નોંધો કે, પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સેલના ધન છેડેથી ઋણ છેડા સુધી બલ્બ અને એમીટરમાં થઈને વહે છે.



આકૃતિ 12.1
વિદ્યુતકોષ, વિદ્યુતબલ્બ, એમીટર અને પ્લગ કળની મદદથી બનેલા વિદ્યુત-પરિપથની રેખાકૃતિ

ઉદાહરણ 12.1 : કોઈ વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ (તાર)માંથી 0.5 A વિદ્યુતપ્રવાહ 10 મિનિટ સુધી વહે છે, તો પરિપથમાં વહન પામતો વિદ્યુતભાર ગણો.

ઉકેલ :

આપણને આપવામાં આવ્યું છે, I = 0.5 A; t = 10 min = 600 s

સમીકરણ 12.1 પરથી,

$$\begin{aligned} Q &= It \\ &= 0.5 \text{ A} \times 600 \text{ s} \\ &= 300 \text{ C} \end{aligned}$$

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત–પરિપથનો અર્થ શું થાય ?
2. વિદ્યુતપ્રવાહના એકમને વ્યાખ્યાયિત કરો.
3. એક કુલંબ વિદ્યુતભારની રચના કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ગણો.

વધુ જાણવા જેવું !

તારની અંદર વિદ્યુતભારનો 'પ્રવાહ'

કોઈ ધાતુ વિદ્યુતનું વહન કેવી રીતે કરે છે ? તમે એવું વિચારતાં હશો કે નીચી ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉનને ઘન વાહકમાંથી પસાર થવામાં ખૂબ મુશ્કેલી પડતી હશે. ઘનની અંદર પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જકડાયેલા હોય છે અને તેમની વચ્ચેનું અંતર ખૂબ ઓછું હોય છે. પરંતુ એવું જાણવા મળ્યું છે કે, ઇલેક્ટ્રૉન કોઈ ઘન સ્ફટિકમાંથી અડચણ વગર સરળતાથી ગતિ કરે છે, જાણે કે તેઓ શૂન્યાવકાશમાં હોય. પરંતુ વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનની 'ગતિ' શૂન્યાવકાશમાં વિદ્યુતભારોની ગતિથી તદ્દન અલગ હોય છે. જ્યારે કોઈ વાહકમાંથી સ્થિર વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય ત્યારે તેમાં ઇલેક્ટ્રૉન કંઈક સરેરાશ 'ડ્રિફ્ટવેગ'થી ગતિ કરતા હોય છે. સૂક્ષ્મ વિદ્યુતપ્રવાહ ધરાવતા વ્યવહારમાં વપરાતા તાંબાના તાર માટે ઇલેક્ટ્રૉનનો ડ્રિફ્ટવેગ તમે ગણી શકો છો અને વાસ્તવમાં તેનું મૂલ્ય 1 mm s^{-1} જેટલું સૂક્ષ્મ મળે છે, તો એવું કેમ થાય છે કે સ્વિચ ચાલુ (ON) કરતાં જ બલ્બ પ્રકાશ આપવા માંડે છે ? એવું નથી થઈ શકતું કે વિદ્યુતપ્રવાહ ત્યારે જ શરૂ થાય કે જ્યારે ઇલેક્ટ્રૉન વિદ્યુત સપ્લાય (Electric Supply)ના એક ધ્રુવથી જાતે બલ્બમાં થઈને બીજા ધ્રુવે પહોંચે, કેમકે કોઈ વાહક તારમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ડ્રિફ્ટગતિ ખૂબ ધીમી પ્રક્રિયા હોય છે. વિદ્યુતપ્રવાહ વહનની વાસ્તવિક પ્રક્રિયાની ઝડપ પ્રકાશની ઝડપની નજીકની છે જે મંત્રમુગ્ધ કરનારી છે, પણ આ પુસ્તકનાં કાર્યક્ષેત્રની બહાર છે. શું તમે ઉચ્ચસ્તર પર આ પ્રશ્નના ઊંડાણમાં પહોંચવા માંગો છો ?

12.2 વિદ્યુતસ્થિતિમાન અને વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (Electric Potential and Potential Difference)

એવું શું છે જે વિદ્યુતભારને વહન કરાવે છે ? આ સમજવા માટે પાણીના પ્રવાહ સાથે સામ્યતા વિચારીએ. આદર્શ સમક્ષિતિજ નળીમાં પાણી વહન પામતું નથી, તેમ તાંબાના તારમાં વિદ્યુતભારો જાતે ગતિ કરતાં નથી. જો નળીના એક છેડાને ઊંચી સપાટી પર રાખેલ પાણીની ટાંકી સાથે જોડવામાં આવે તો નળીના બે છેડા વચ્ચે દબાણ–તફાવત રચાય છે, જેથી નળીના મુક્ત છેડામાંથી પાણી બહાર આવે છે અને વહે છે. ધાતુના વાહકતારમાં વિદ્યુતભારોના પ્રવાહ માટે ગુરુત્વાકર્ષણબળની કોઈ ભૂમિકા હોતી નથી. ઇલેક્ટ્રૉન ત્યારે જ ગતિ કરે છે જ્યારે વાહકમાં વિદ્યુતદબાણનો તફાવત કે જેને વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત કહે છે તે હોય. વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો આવો તફાવત એક કે એક કરતા વધુ વિદ્યુતકોષોની બનેલી બૅટરીથી મેળવી શકાય છે. કોષની અંદર થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા કોષના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, આવું ત્યારે પણ થાય છે જ્યારે કોષમાંથી કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહ લેવામાં ન આવતો હોય. જ્યારે વિદ્યુતકોષને વાહક પરિપથના ઘટક સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વાહકના વિદ્યુતભારોને ગતિમાં લાવે છે અને વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. કોઈ વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે કોષને તેની અંદર સંગ્રહ પામેલી રાસાયણિક ઊર્જા વાપરવી પડે છે.

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વિદ્યુત–પરિપથનાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત એકમ ધન વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવા પડતા કાર્ય તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

$$\text{બે બિંદુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (V)} = \frac{\text{કરેલું કાર્ય(W)}}{\text{વિદ્યુતભાર (Q)}}$$

$$V = \frac{W}{Q} \qquad (12.2)$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનો SI એકમ વોલ્ટ (V) છે, જે ઇટાલીના વિજ્ઞાની અલેઝાન્ડ્રો વોલ્ટા (1745-1827)ના નામ પરથી રાખવામાં આવ્યો છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકમાં જો એક

કુલંબ વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય 1 જૂલ હોય તો તે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 વોલ્ટ કહેવાય. તેથી,

$$1 \text{ વોલ્ટ} = \frac{1 \text{ જૂલ}}{1 \text{ કુલંબ}} \quad (12.3)$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વોલ્ટમીટર નામના ઉપકરણની મદદથી માપવામાં આવે છે. વોલ્ટમીટરને હંમેશાં જે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવાનો હોય તેમને સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ 12.2 : 12 V વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચે 2 C વિદ્યુતભારને લઈ જવા માટે કેટલું કાર્ય કરવું પડે ?

ઉકેલ :

V (= 12 V) વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચે વહેતા વિદ્યુતભાર Qનું મૂલ્ય 2 C છે. તેથી વિદ્યુતભારને લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય (સમીકરણ 12.2 અનુસાર)

$$W = VQ$$
$$= 12 \text{ V} \times 2 \text{ C}$$
$$= 24 \text{ J}$$

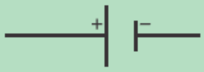
પ્રશ્નો

1. વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત જાળવી રાખવામાં મદદ કરતા ઉપકરણનું નામ આપો.
2. બે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V છે તેનો અર્થ શું થાય ?
3. 6 Vની બૅટરી તેમાંથી પસાર થતા દર 1 કુલંબ વિદ્યુતભારને કેટલી ઊર્જા આપે છે ?

12.3 પરિપથ આકૃતિ (Circuit Diagram)

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથ, આકૃતિ 12.1માં દર્શાવ્યા મુજબ, એક વિદ્યુતકોષ (અથવા બૅટરી), એક કળ, વિદ્યુત ઘટક (અથવા ઘટકો) તથા જોડાણમાં લીધેલ તારથી બનેલ હોય છે. પરિપથનાં ઘટકોને પ્રણાલીગત સંકેતો દ્વારા દર્શાવી વિદ્યુત–પરિપથ દોરવો સરળ છે. કોષ્ટક 12.1માં સામાન્ય વ્યવહારમાં વપરાતા વિદ્યુત ઘટકોના પ્રણાલીગત સંકેતો દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 12.1 પરિપથ આકૃતિમાં સામાન્ય રીતે વપરાતાં કેટલાંક ઘટકોની સંજ્ઞાઓ

ક્રમ	ઘટકો	સંજ્ઞાઓ
1	વિદ્યુતકોષ	
2	બૅટરી અથવા વિદ્યુતકોષોનું સંયોજન	
3	પ્લગકળ અથવા સ્વિચ (ખુલ્લી)	
4	પ્લગકળ અથવા સ્વિચ (બંધ)	
5	તારનું જોડાણ	
6	જોડાણ વગર એકબીજાને પસાર કરતા તાર	
7	વિદ્યુત–બલ્બ	અથવા
8	R અવરોધ ધરાવતો અવરોધક	
9	ચલિત અવરોધ અથવા રિઓસ્ટેટ	અથવા
10	એમીટર	
11	વોલ્ટમીટર	

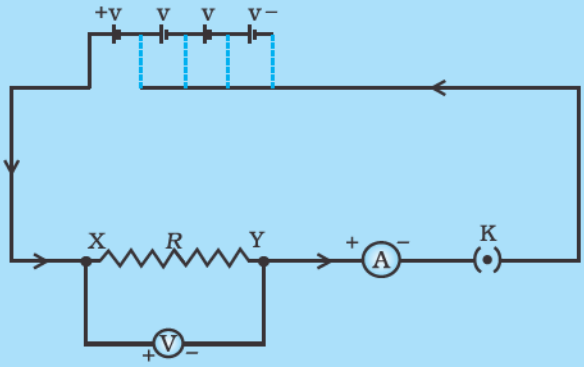
12.4 ઓહ્મનો નિયમ (Ohm's Law)

શું કોઈ વાહકના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત અને તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? ચાલો, તેને એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 12.1

- આકૃતિ 12.2માં દર્શાવ્યા અનુસાર એક પરિપથ તૈયાર કરો. આ પરિપથમાં 0.5 m લાંબો નિક્રોમનો તાર XY, એક એમીટર, એક વોલ્ટમીટર તથા 1.5 Vનાં ચાર વિદ્યુતકોષ જોડો (નિક્રોમ એ નિકલ, ક્રોમિયમ, મૅંગેનીઝ અને લોખંડની મિશ્ર ધાતુ છે).

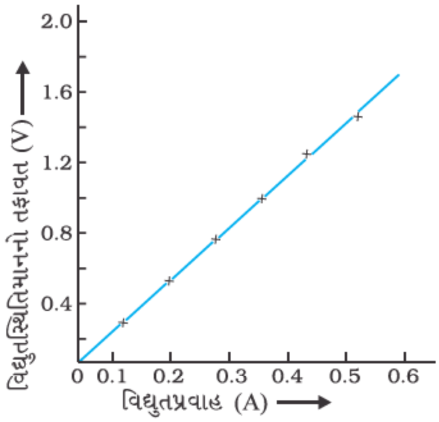
- સૌપ્રથમ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે એક જ કોષ જોડો. પરિપથમાં નિક્રોમના તાર XYમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ માટે એમીટરનું અવલોકન I અને તેના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V માટે વોલ્ટમીટરનું અવલોકન આપેલ કોષ્ટકમાં નોંધો.
- હવે પછી પરિપથમાં બે વિદ્યુતકોષ જોડો અને નિક્રોમના તારમાં પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે અનુક્રમે એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકન નોંધો.
- હવે, ત્રણ અને ચાર વિદ્યુતકોષ માટે ઉપરનાં પદોનું અલગથી પુનરાવર્તન કરો.
- વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને વિદ્યુતપ્રવાહ I ની પ્રત્યેક જોડ માટે V અને Iનો ગુણોત્તર ગણો.



આકૃતિ 12.2 ઓહ્મના નિયમના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત-પરિપથ

ક્રમ	પરિપથમાં ઉપયોગમાં લીધેલા વિદ્યુતકોષોની સંખ્યા	નિક્રોમના તારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I (એમ્પિયર)	નિક્રોમ તારના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V (વોલ્ટ)	$\frac{V}{I}$ (વોલ્ટ/એમ્પિયર)
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			

- V વિરુદ્ધ I નો આલેખ દોરો અને તેનું સ્વરૂપ જુઓ.



આકૃતિ 12.3

નિક્રોમ તાર માટે V-I આલેખ. સુરેખ આલેખ દર્શાવે છે કે જેમ વિદ્યુતપ્રવાહ વધે છે તેમ તારના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત રેખીય રીતે વધે છે. આ ઓહ્મનો નિયમ છે

આ પ્રવૃત્તિમાં તમને દરેક કિસ્સામાં V/Iનું મૂલ્ય લગભગ સમાન મળશે. આમ V-Iનો આલેખ ઊગમબિંદુમાંથી પસાર થતી સુરેખા હશે જે આકૃતિ 12.3માં દર્શાવેલ છે. આમ, V/I એ અચળ ગુણોત્તર છે.

1827માં જર્મન ભૌતિકશાસ્ત્રી જ્યોર્જ સીમોન ઓહ્મે (1787-1854) ધાતુના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ I અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત વચ્ચેનો સંબંધ શોધ્યો. અચળ તાપમાને વાહકતારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ તે વાહકના બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતમાનના તફાવત Vના સમપ્રમાણમાં હોય છે આને ઓહ્મનો નિયમ કહે છે. બીજા શબ્દોમાં,

$$V \propto I \qquad (12.4)$$

અથવા $\frac{V}{I}$ = અચળ

$= R$

અથવા $$V = IR \qquad (12.5)$$

સમીકરણ (12.5)માં R એ આપેલ તાપમાને આપેલ ધાતુના તાર માટે અચળાંક છે અને તેને તેનો અવરોધ કહે છે. તે વાહકનો તેમાંથી પસાર થતા

વિદ્યુતભારનો વિરો ધ કરવાનો ગુણધર્મ છે. તેનો SI એકમ ઓહ્મ છે અને તેને ગ્રીક અક્ષર Ω વડે દર્શાવાય છે. ઓહ્મના નિયમ અનુસાર,

$$R = \frac{V}{I} \qquad (12.6)$$

જો વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V હોય અને તેમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ 1 A હોય, તો વાહકનો અવરોધ (R) 1 Ω છે. એટલે કે,

$$1 \text{ ઓહ્મ} = \frac{1 \text{ વોલ્ટ}}{1 \text{ ઍમ્પિયર}}$$

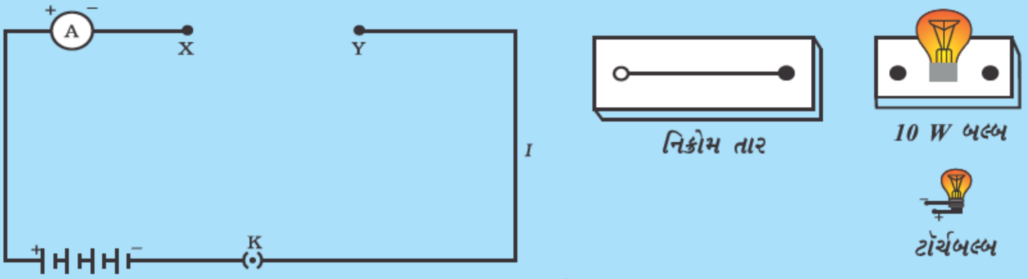
સમીકરણ (12.5) પરથી આપણને નીચે મુજબનો સંબંધ પણ મળે છે :

$$I = \frac{V}{R} \qquad (12.7)$$

સમીકરણ (12.7) પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ તે અવરોધના મૂલ્યના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે. જો અવરોધનું મૂલ્ય બમણું કરવામાં આવે, તો વિદ્યુતપ્રવાહ અડધો થાય છે. કેટલાક પ્રાયોગિક કિસ્સામાં વિદ્યુતપરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહમાં વધારો કે ઘટાડો કરવો જરૂરી હોય છે. જે ઘટકની મદદથી વૉલ્ટેજનું પ્રાપ્તિસ્થાન બદલ્યા વગર વિદ્યુતપ્રવાહનું નિયમન કરી શકાય તેને ચલ અવરોધ કહે છે. વિદ્યુતપરિપથમાં પરિપથનો અવરોધ બદલવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા સાધનને રિઓસ્ટેટ (rheostat) કહે છે. હવે આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા વાહકના અવરોધનો અભ્યાસ કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 12.2

- એક નિક્રોમનો તાર, એક ટૉર્ચ બલ્બ, એક 10 Wનો બલ્બ તથા એક એમીટર (0-5 A રેન્જનું) એક કળ તથા જોડાણ માટેના તાર લો.
- 1.5 Vના દરેક એવા ચાર સૂકા કોષ શ્રેણીમાં અને તેની સાથે એમીટર આકૃતિ 12.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડો અને XY અંતરાલ (gap) છોડી પરિપથ બનાવો.



આકૃતિ 12.4

- અંતરાલ XYમાં નિક્રોમનો તાર જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો. કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો. કળમાંથી પ્લગ બહાર કાઢી લો. (**નોંધ** : પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપ્યા પછી હંમેશાં પ્લગ કળમાંથી બહાર કાઢી લો.)
- અંતરાલ XYમાં નિક્રોમનાં તારની જગ્યાએ ટૉર્ચનો બલ્બ જોડો અને તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ એમીટરની મદદથી નોંધો.
- XY અંતરાલમાં 10 Wનો બલ્બ જોડી ઉપરનાં પદોનું પુનરાવર્તન કરો.
- શું XY અંતરાલમાં જોડેલ જુદાં–જુદાં ઘટકો માટે એમીટરનાં અવલોકન ભિન્ન મળે છે ? ઉપરનાં અવલોકનો શું દર્શાવે છે. ?
- તમે અંતરાલમાં કોઈ પણ દ્રવ્ય ઘટક જોડી પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરી શકો છો. દરેક કિસ્સા માટે એમીટરનું અવલોકન નોંધો. અવલોકનોનું વિશ્લેષણ કરો.

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણને જણાય છે કે જુદાં–જુદાં ઘટકોમાં વિદ્યુતપ્રવાહ જુદો–જુદો છે. શા માટે જુદો છે ? કેટલાંક ઘટકો વિદ્યુતપ્રવાહને સરળ માર્ગ પૂરો પાડે છે, જ્યારે કેટલાક વહનને અવરોધે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે

છે. જો કે ઇલેક્ટ્રૉન વાહકમાં ગતિ કરવા માટે પૂર્ણપણે સ્વતંત્ર હોતા નથી. જે પરમાણુઓ વચ્ચેથી તે ગતિ કરે છે તેમના આકર્ષણ દ્વારા તેમની ગતિ નિયંત્રિત થઈ જાય છે. આમ, વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ તેના અવરોધ દ્વારા મંદ પડી જાય છે. આપેલ પરિમાણના વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ ઓછો હોય તે સારો વાહક કહેવાય. જે વાહક ગણનાપાત્ર અવરોધ લગાડતો હોય તેને અવરોધક કહે છે. સમાન પરિમાણ ધરાવતા વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ વધારે હોય તેને મંદ વાહક કહે છે. આ જ પરિમાણ ધરાવતો અવાહક આનાથી પણ વધુ અવરોધ લગાડે છે.

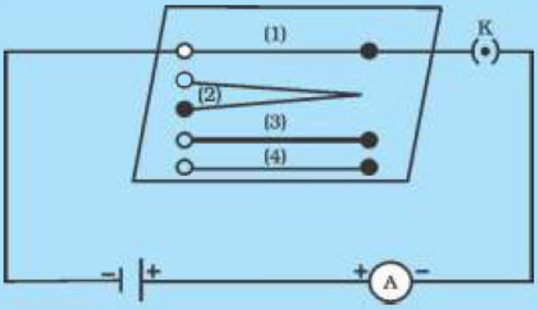
K8T2C3

12.5 સુવાહકનો અવરોધ જેની પર આધાર રાખે છે તે પરિબળો

(Factors on which The Resistance of a Conductor Depends)

પ્રવૃત્તિ 12.3

- એક કોષ, એક એમીટર, (*l*) લંબાઈનો એક નિક્રોમનો તાર [જેને (1) દ્વારા દર્શાવેલ] અને એક કળને આકૃતિ 12.5 પ્રમાણે જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો.



આકૃતિ 12.5 વાહક તારનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે તેના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત–પરિપથ

- હવે કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- હવે નિક્રોમના આ તારને સ્થાને નિક્રોમનો બીજો તાર જોડો જેની જાડાઈ સમાન પણ લંબાઈ બે ગણી એટલે કે 2*l* હોય. [જેને આકૃતિ 12.5માં (2) વડે દર્શાવેલ છે].
- એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- હવે તેને સ્થાને *l* લંબાઈનો પણ જાડો નિક્રોમનો તાર ((3) દ્વારા દર્શાવેલ)ને જોડો. જાડા તારના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ વધુ હોય છે. ફરીથી એમીટરમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- નિક્રોમના તારની જગ્યાએ તાંબાના તાર (આકૃતિ 12.5માં (4) દ્વારા દર્શાવેલ)ને પરિપથમાં જોડો. ધારો કે આ તારની લંબાઈ અને આડછેદનું ક્ષેત્રફળ પ્રથમ નિક્રોમના તાર ((1) દ્વારા દર્શાવેલ) જેટલું છે. વિદ્યુતપ્રવાહનું અવલોકન નોંધો.
- દરેક કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહનો તફાવત ધ્યાનથી જુઓ.
- શું વિદ્યુતપ્રવાહ વાહકની લંબાઈ પર આધાર રાખે છે ?
- શું વિદ્યુતપ્રવાહ વાહકના આડછેદ પર આધાર રાખે છે ?

એવું જોવા મળે છે કે તારની લંબાઈ બમણી કરતાં એમીટરનું અવલોકન અડધું થાય છે. પરિપથમાં સમાન લંબાઈનો જાડો તે જ દ્રવ્યનો બનેલો તાર વાપરતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય વધે છે. સમાન લંબાઈ તથા આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો બીજા દ્રવ્યનો જાડો તાર વાપરતાં એમીટરનું અવલોકન બદલાય છે. ઓહ્મનો નિયમ [સમીકરણ (12.5)-(12.7)] લાગુ પાડતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે વાહક તારનો અવરોધ (i) તેની લંબાઈ (ii) તેના આડછેદના ક્ષેત્રફળ (iii) તેના દ્રવ્યની જાત પર આધાર રાખે છે. ચોક્સાઈપૂર્વકનાં માપન દર્શાવે છે કે એકસમાન વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈ

(l)ના સમપ્રમાણમાં અને આડછેદના ક્ષેત્રફળ (A)ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. એટલે કે,

$$R \propto l \tag{12.8}$$

અને $$R \propto \frac{1}{A} \tag{12.9}$$

સમીકરણ(12.8) અને (12.9)ને સંયોજિત કરતા,

$$R \propto \frac{l}{A}$$

અથવા $$R = \rho \frac{l}{A} \tag{12.10}$$

જ્યાં, ρ (રહો) સમપ્રમાણતા અચળાંક છે અને તેને વાહકના દ્રવ્યની વિદ્યુતઅવરોધકતા કહે છે. અવરોધકતાનો SI એકમ Ωm છે. તે દ્રવ્યનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ છે. ધાતુઓ અને મિશ્રધાતુઓની અવરોધકતા ખૂબ ઓછી હોય છે અને તેનો વિસ્તાર 10^{-8} Ωm થી 10^{-6} Ωm છે. તે વિદ્યુતના સારા વાહકો છે. અવાહકો જેવા કે રબર અને કાચ જેવા અવાહકોની અવરોધકતાનો વિસ્તાર 10^{12} થી 10^{17} Ωm છે. દ્રવ્યનો અવરોધ અને અવરોધકતા બંને તાપમાન સાથે બદલાય છે.

કોષ્ટક 12.2માં આપણને જોવા મળે છે કે, મિશ્રધાતુની અવરોધકતા તેમની મૂળ ધાતુઓ કરતાં વધુ છે. મિશ્રધાતુઓ ઊંચા તાપમાને ત્વરિત ઑક્સિડાઇઝ (દહન) થતી નથી. આ કારણોસર તે વ્યવહારમાં વિદ્યુતઉષ્મીય સાધનોમાં વપરાય છે, જેવા કે ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રી, ટોસ્ટર વગેરે. વિદ્યુત–બલ્બના ફિલામેન્ટ માટે એક માત્ર ટંગસ્ટનનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે તાંબા અને ઍલ્યુમિનિયમનો ઉપયોગ વિદ્યુતપ્રવાહન વહન (transmission) કરતા તારોની બનાવટમાં થાય છે.

કોષ્ટક 12.2 20°C તાપમાને કેટલાંક દ્રવ્યોની અવરોધકતા*

	દ્રવ્ય	અવરોધકતા (Ωm)
વાહકો	ચાંદી	1.60×10^{-8}
	તાંબુ	1.62×10^{-8}
	ઍલ્યુમિનિયમ	2.63×10^{-8}
	ટંગસ્ટન	5.20×10^{-8}
	નિકલ	6.84×10^{-8}
	લોખંડ	10.0×10^{-8}
	ક્રોમિયમ	12.9×10^{-8}
	પારો	94.0×10^{-8}
	મૅંગેનીઝ	1.84×10^{-6}
મિશ્રધાતુઓ	કોન્સ્ટન્ટન (Cu અને Niની મિશ્રધાતુ)	49×10^{-6}
	મૅંગેનિન (Cu, Mn અને Niની મિશ્રધાતુ)	44×10^{-6}
	નિક્રોમ (Ni, Cr, Mn અને Feની મિશ્રધાતુ)	100×10^{-6}
અવાહકો	કાચ	$10^{10} - 10^{14}$
	સખત રબર	$10^{13} - 10^{16}$
	એબોનાઇટ	$10^{15} - 10^{17}$
	હીરો	$10^{12} - 10^{13}$
	કાગળ (સૂકો)	10^{12}

* તમારે આ મૂલ્યો યાદ રાખવાના નથી. તમે દાખલાઓ ગણતી વખતે આ મૂલ્યો ઉપયોગમાં લઈ શકો છો.

ઉદાહરણ 12.3

(a) જો વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટનો અવરોધ 1200 Ω હોય અને તેને 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે તો વિદ્યુતબલ્બ કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચશે ? (b) વિદ્યુતહીટરની કૉઇલનો અવરોધ 100 Ω છે. તેને 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતાં કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે ?

ઉકેલ

(a) આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, V = 220 V; R = 1200 Ω

સમીકરણ (12.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{220 \text{ V}}{1200\,\Omega} = 0.18 \text{ A}$

(b) આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, V = 220 V; R = 100 Ω

સમીકરણ (12.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{220 \text{ V}}{100\,\Omega} = 2.2 \text{ A}$

220 Vનાં સમાન વિદ્યુત પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટર દ્વારા ખેંચાતા વિદ્યુતપ્રવાહના તફાવતો નોંધો !

ઉદાહરણ 12.4

એક વિદ્યુતહીટર પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી 4 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે ત્યારે તેના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 60 V છે. જો વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત 120 V સુધી વધારવામાં આવે તો હીટર કેટલો પ્રવાહ ખેંચશે ?

ઉકેલ

આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V = 60 V, વિદ્યુતપ્રવાહ I = 4 A

ઓહ્‌મના નિયમ અનુસાર, $R = \frac{V}{I} = \frac{60 \text{ V}}{4 \text{ A}} = 15\ \Omega$

હવે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 120 V કરતા, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{15\,\Omega} = 8 \text{ A}$

આમ, હીટરમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ 8 A થઈ જાય છે.

ઉદાહરણ 12.5 :

ધાતુના 1 m લંબાઈ ધરાવતા તારનો 20°C તાપમાને અવરોધ 26 Ω છે. જો તારનો વ્યાસ 0.3 mm હોય, તો તે તાપમાને ધાતુની અવરોધકતા કેટલી ? કોષ્ટક 12.2નો ઉપયોગ કરી તારના દ્રવ્યનું પૂર્વાનુમાન કરો.

ઉકેલ

આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, અવરોધ R = 26 Ω, વ્યાસ d = 0.3 mm = 3×10^{-4} m તથા તારની લંબાઈ l = 1 m. આથી, સમીકરણ (12.10) પરથી આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{R\pi d^2}{4l}$$

આપેલ કિંમતો મૂકતાં અવરોધકતા

$\rho = 1.84 \times 10^{-6}\ \Omega$ m મળે છે.

આમ, 20 °C તાપમાને આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા $1.84 \times 10^{-6}\ \Omega$ m છે. કોષ્ટક 12.2 જોતાં આ મૅંગેનીઝની અવરોધકતા છે.

ઉદાહરણ 12.6

આપેલ દ્રવ્યના l લંબાઈ અને A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ 4 Ω છે, તો આ જ દ્રવ્યના $\frac{l}{2}$ લંબાઈ અને 2 A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ કેટલો ?

ઉકેલ

પ્રથમ તાર માટે

$$R_1 = \rho \frac{l}{A} = 4\ \Omega$$

બીજા તાર માટે

$$R_2 = \rho\ \frac{l/2}{2A} = \frac{1}{4}\ \rho\ \frac{l}{A}$$

$$R_2 = \frac{1}{4}\ R_1$$

$$R_2 = 1\ \Omega$$

આમ, નવા તારનો અવરોધ 1 Ω છે.

પ્રશ્નો

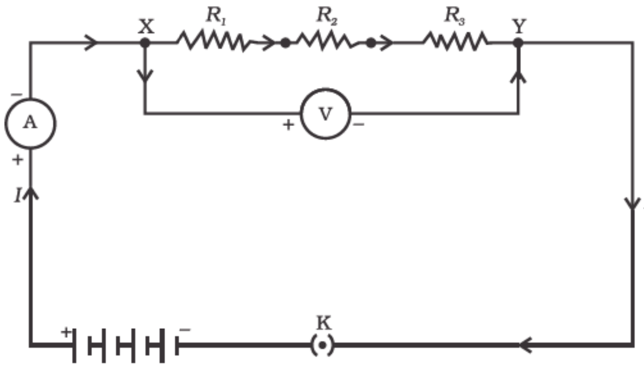
1. વાહકનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે ?
2. એક જ દ્રવ્યમાંથી બનેલા એક જાડા અને એક પાતળા તારને સમાન વિદ્યુતપ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતા કોનામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ સરળતાથી વહેશે ? શા માટે ?
3. ધારો કે કોઈ વિદ્યુતઘટકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઘટાડીને અગાઉના મૂલ્યનો અડધો કરતા તેનો અવરોધ તેનો તે જ રહે છે. તો વિદ્યુતઘટકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં શો ફેરફાર થશે ?
4. શા માટે ટોસ્ટર તથા વિદ્યુતઈસ્ત્રીની કૉઈલ શુદ્ધ ધાતુની ન બનાવતા મિશ્રધાતુની બનાવવામાં આવે છે ?
5. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર કોષ્ટક 12.2માં આપેલ માહિતીની મદદથી આપો :
   (a) લોખંડ (Fe) તથા પારો (Hg)માંથી ક્યું વધારે સારું વાહક છે ?
   (b) ક્યું દ્રવ્ય શ્રેષ્ઠ વાહક છે ?

12.6 અવરોધકોના તંત્રનો અવરોધ (Resistance of a System of Resistors)

N7Y9I2

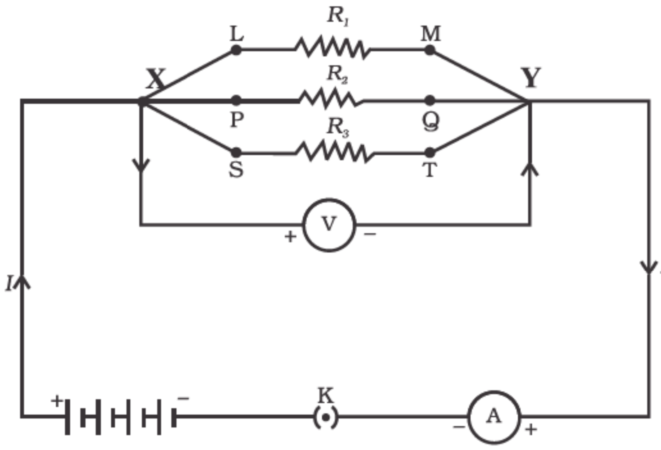
આગળના વિભાગમાં આપણે કેટલાક સરળ વિદ્યુત–પરિપથો વિશે શીખ્યાં. આપણે વાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ તેના અવરોધ અને બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે તે જોયું. વિવિધ વિદ્યુત ઉપકરણોમાં આપણે ઘણી વાર અવરોધોનાં વિવિધ જોડાણોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. તેથી આપણે આ અવરોધોનાં સંયોજનો પર ઓહ્મનો નિયમ કેવી રીતે લાગુ પાડી શકાય તે જોવા માગીએ છીએ.

અવરોધોને એકબીજા સાથે બે રીતે જોડી શકાય છે. આકૃતિ 12.6માં એક વિદ્યુત-પરિપથ દર્શાવેલ છે, જેમાં R_1, R_2, R_3 અવરોધ ધરાવતા ત્રણ અવરોધો એકબીજા સાથે ક્રમશઃ (એક પૂરો થાય ત્યાંથી બીજો શરૂ થાય તેમ) જોડેલા છે. અવરોધોના આવા જોડાણને શ્રેણી-જોડાણ કહે છે.



આકૃતિ 12.6 શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધો

આકૃતિ 12.7માં અવરોધોનું એક એવું જોડાણ દર્શાવેલ છે કે જેમાં ત્રણ અવરોધકો એકસાથે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ છે. અહીં, અવરોધો એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલા છે તેમ કહેવાય.



આકૃતિ 12.7 સમાંતર જોડેલા અવરોધો

12.6.1 અવરોધોનું શ્રેણી–જોડાણ (Resistores in Series)

જ્યારે કેટલાક અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડીએ તો પરિપથમાં વહેતા પ્રવાહનું શું થાય ? તેમનો સમતુલ્ય અવરોધ કેટલો થાય ? ચાલો, આને નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજવા પ્રયત્ન કરીએ :

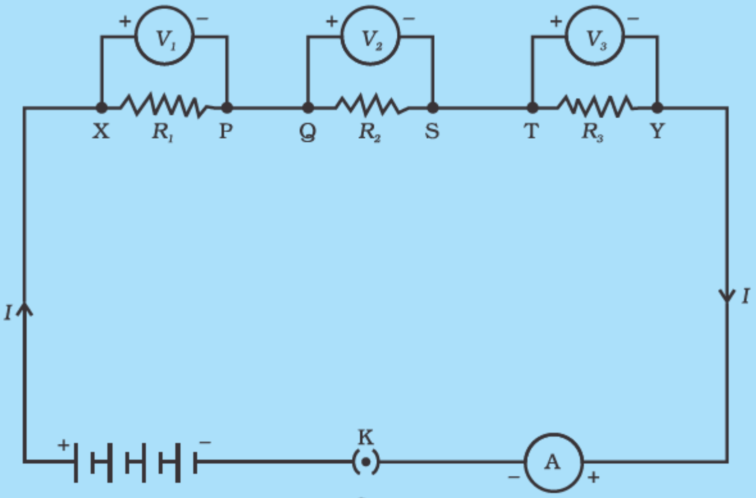
પ્રવૃત્તિ 12.4

- જુદાં–જુદાં મૂલ્ય ધરાવતા ત્રણ અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડો. આકૃતિ 12.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેમને એક બૅટરી, એક એમીટર તથા એક પ્લગકળ સાથે જોડો. તમે આ પ્રવૃત્તિ માટે 1 Ω, 2 Ω, 3 Ω વગેરે મૂલ્યના અવરોધો તથા 6 Vની બૅટરીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- બે અવરોધો વચ્ચે એમીટરનું સ્થાન ગમે ત્યાં બદલી શકો છો. દરેક વખતે એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- શું તમને એમીટરમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં કોઈ ફેરફાર જોવા મળે છે ?

તમે જોશો કે, એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય તેનું તે જ રહે છે. તે પરિપથમાં એમીટરના સ્થાન પર આધાર રાખતું નથી. આનો અર્થ એવો થયો કે અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડતાં પરિપથના દરેક ભાગમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ હોય છે એટલે કે દરેક અવરોધમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે.

પ્રવૃત્તિ 12.5

- પ્રવૃત્તિ 12.4માં આકૃતિ 12.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર ત્રણ અવરોધોનાં શ્રેણી–જોડાણના છેડા X તથા Yની વચ્ચે વોલ્ટમીટર જોડો.
- પરિપથમાં કળમાં પ્લગ ભરાવી વોલ્ટમીટરનું અવલોકન નોંધો. તે અવરોધોના શ્રેણી–જોડાણ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત આપે છે. ધારો કે તે V છે. હવે બૅટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. બંનેનાં મૂલ્યો સરખાવો.
- કળમાંથી પ્લગ દૂર કરો અને વોલ્ટમીટરનું જોડાણ દૂર કરો. હવે વોલ્ટમીટરને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા X અને P વચ્ચે જોડો જે આકૃતિ 12.8માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 12.8

- કળમાં પ્લગ ભરાવો અને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે V_1 છે.
- આ જ રીતે બાકીના બે અવરોધ માટે અલગ–અલગ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે V_2 અને V_3 છે.
- V, V_1, V_2 અને V_3. વચ્ચેનો સંબંધ તારવો.

તમે જોશો કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત Vનું મૂલ્ય વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V_1, V_2 અને V_3ના સરવાળા જેટલું છે. એટલે કે અવરોધોનાં શ્રેણી–જોડાણના છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વ્યક્તિગત અવરોધોના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનાં સરવાળા બરાબર છે એટલે કે,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \qquad (12.11)$$

ધારો કે આકૃતિ 12.8માં દર્શાવેલ વિદ્યુત–પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. દરેક અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પણ I છે. તેથી ત્રણ શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધોના સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ R જોડી શકાય કે જેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V અને પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I તેના તે જ રહે. સમગ્ર પરિપથને ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V = IR \qquad (12.12)$$

મળે છે.

ત્રણેય અવરોધોને અલગ–અલગ ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V_1 = IR_1 \quad [12.13\ (a)]$$

$$V_2 = IR_2 \quad [12.13\ (b)]$$

અને $$V_3 = IR_3 \quad [12.13\ (c)]$$

મળે છે. સમીકરણ (12.11) પરથી,

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

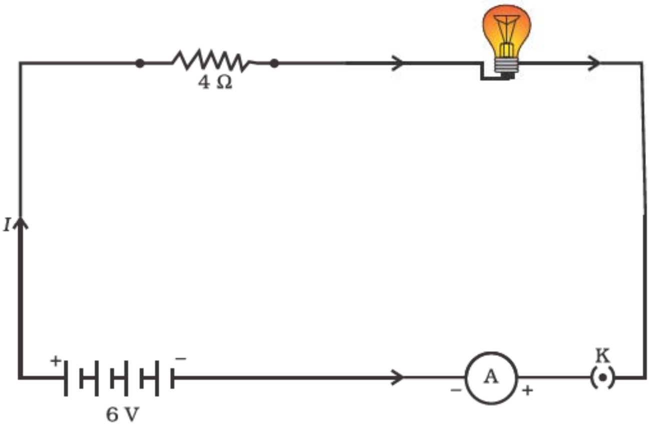
અથવા

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \quad (12.14)$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે જ્યારે અનેક અવરોધો શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે ત્યારે જોડાણનો કુલ અવરોધ R_s, વ્યક્તિગત અવરોધો R_1, R_2 અને R_3ના સરવાળા બરાબર હોય છે તથા આ કુલ અવરોધ કોઈ પણ વ્યક્તિગત અવરોધ કરતાં મોટો હોય છે.

ઉદાહરણ 12.7

20 Ω અવરોધ ધરાવતો એક વિદ્યુતબલ્બ, 4 Ω અવરોધ ધરાવતો વાહક, 6 Vની બૅટરી સાથે જોડેલ છે (આકૃતિ 12.9). (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ (b) પરિપથમાંથી વહેતો પ્રવાહ અને (c) વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે તથા વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ગણો.



આકૃતિ 12.9 4 Ωના અવરોધ અને 6 Vની બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ વિદ્યુતબલ્બ

ઉકેલ

વિદ્યુતબલ્બનો અવરોધ $R_1 = 20\ \Omega$

શ્રેણીમાં જોડેલ વાહકનો અવરોધ $R_2 = 4\ \Omega$

તેથી પરિપથનો કુલ અવરોધ,

$R = R_1 + R_2$

$R_s = 20\ \Omega + 4\ \Omega = 24\ \Omega$

બૅટરીના બે છેડા વચ્ચેનો કુલ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V = 6 V

હવે, ઓહ્મના નિયમ અનુસાર પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$$I = \frac{V}{R_s}$$

$$= \frac{6\,V}{24\,\Omega}$$

$$= 0.25\ A$$

વિદ્યુતબલ્બ અને વાહકને અલગ–અલગ ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતા,

વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_1 = 20\ \Omega \times 0.25\ A$

$= 5\ V$

અને વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_2 = 4\ \Omega \times 0.25\ A$

$= 1\ V$

ધારો કે આપણે વિદ્યુતબલ્બ અને વાહકના શ્રેણી–જોડાણને સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ મૂકવા માગીએ છીએ. તો તેનો અવરોધ એટલો હોવો જોઈએ કે જેથી બૅટરીના બે છેડા વચ્ચેના 6 Vના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે પરિપથમાં 0.25 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે. ધારો કે આ સમતુલ્ય અવરોધ R છે તેથી,

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{6\,V}{0.25\,A}$$

$$= 24\ \Omega$$

આ શ્રેણી–જોડાણનો કુલ અવરોધ છે અને તે બે અવરોધોના સરવાળા જેટલો છે.

પ્રશ્નો

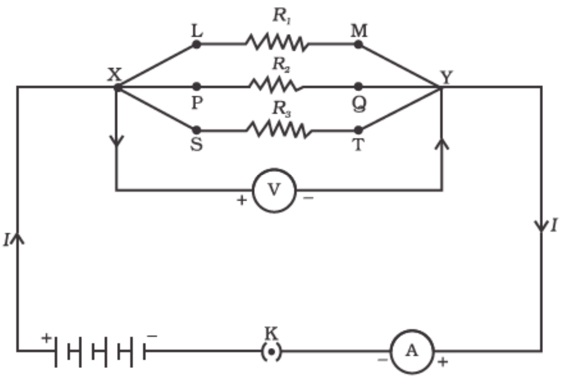
1. એવો વિદ્યુત–પરિપથ દોરો કે જેમાં દરેક 2 Vના ત્રણ કોષ એક 5 Ωનો અવરોધ, એક 8 Ωનો અવરોધ તથા 12 Ωનો અવરોધ તથા એક પ્લગકળ બધા શ્રેણીમાં જોડેલ હોય.
2. પ્રશ્ન 1નો પરિપથ ફરી દોરો કે જેના અવરોધોમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને માપવા માટે એમીટર તથા 12 Ωના અવરોધના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે એક વોલ્ટમીટર લગાડેલ હોય. એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો શું હશે ?

12.6.2 સમાંતર જોડેલા અવરોધો (Resistors in Parallel)

હવે આકૃતિ 12.7માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુતકોષોનાં સંયોજન (અથવા બૅટરી) સાથે સમાંતર જોડેલ ત્રણ અવરોધોનો વિચાર કરીએ.

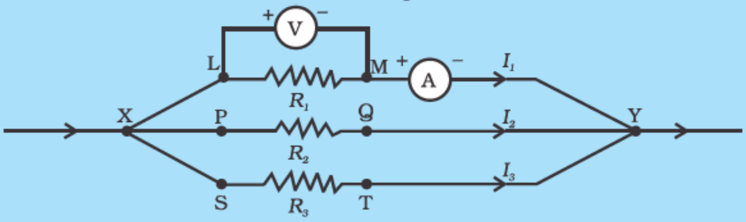
પ્રવૃત્તિ 12.6

- ત્રણ અવરોધો R_1, R_2 અને R_3નું સમાંતર જોડાણ XY તૈયાર કરો. આકૃતિ 12.10માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેને બૅટરી, પ્લગકળ અને એમીટર સાથે જોડો. વળી, અવરોધોનાં સંયોજન સાથે વોલ્ટમીટર સમાંતર જોડો.
- કળમાં પ્લગ ભરાવો અને એમીટરનું અવલોકન નોંધો. ધારો કે વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. વોલ્ટમીટરનું અવલોકન પણ નોંધો. તે સંયોજનના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (V) આપે છે. દરેક અવરોધ માટે પણ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V છે. આકૃતિ 12.11 પ્રમાણે દરેક અવરોધ સાથે વોલ્ટમીટર જોડી આ ચકાસી શકાય છે.



આકૃતિ 12.10

■ કળમાંથી પ્લગ દૂર કરો. પરિપથમાંથી એમીટર અને વોલ્ટમીટર દૂર કરો. આકૃતિ 12.11માં દર્શાવ્યા અનુસાર એમીટર અવરોધ R_1 સાથે શ્રેણીમાં જોડો. એમીટરનું અવલોકન I_1 નોંધો.



આકૃતિ 12.11

■ આ જ રીતે R_2 અને R_3માંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે I_2 અને I_3 છે. I, I_1, I_2 અને I_3 વચ્ચે શો સંબંધ છે ?

એવું જોવા મળે છે કે કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ I એ સંયોજનની દરેક શાખામાંથી વહેતા અલગ–અલગ વિદ્યુતપ્રવાહોના સરવાળા જેટલો છે.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \tag{12.15}$$

ધારો કે R_p એ અવરોધોના સમાંતર જોડાણનો સમતુલ્ય અવરોધ છે. અવરોધોના સમાંતર જોડાણને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતાં,

$$I = \frac{V}{R_p} \tag{12.16}$$

દરેક અવરોધને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતા,

$$I_1 = \frac{V}{R_1}\ ;\ I_2 = \frac{V}{R_2}\ ;\ I_3 = \frac{V}{R_3} \tag{12.17}$$

સમીકરણ (12.15)થી (12.17) પરથી,

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

અથવા

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \tag{12.18}$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે એકબીજાને સમાંતર જોડેલા અવરોધોના સમતુલ્ય અવરોધનું વ્યસ્ત, દરેક અવરોધનાં વ્યસ્ત મૂલ્યોનાં સરવાળા બરાબર હોય છે.

ઉદાહરણ 12.8

આકૃતિ 12.10માં દર્શાવેલ પરિપથમાં ધારો કે અવરોધો R_1, R_2, R_3નાં મૂલ્યો અનુક્રમે 5 Ω, 10 Ω અને 30 Ω છે. તેમને 12 Vની બૅટરી સાથે જોડેલ છે. (a) દરેક અવરોધમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ (b) પરિપથનો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ અને (c) પરિપથનો કુલ અવરોધ ગણો.

ઉકેલ

$R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$ અને $R_3 = 30\ \Omega$

બૅટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V = 12 V

દરેક અવરોધ માટે પણ આ જ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત છે, તેથી અવરોધોમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા આપણે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરીશું.

R_1માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_1 = V/R_1$,

$$I_1 = \frac{12\ V}{5\ \Omega} = 2.4\ A$$

R_2માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_2 = V/R_2$

$$I_2 = \frac{12\ V}{10\ \Omega} = 1.2\ A$$

R_3માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_3 = V/R_3$

$$I_3 = \frac{12\ V}{30\ \Omega} = 0.4\ A$$

પરિપથમાં કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = (2.4 + 1.2 + 0.4)\ A = 4\ A$$

પરિપથનો કુલ અવરોધ (R_P) સમીકરણ (12.18) પરથી મળે છે.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{1}{3}$$

આમ, $R_P = 3\ \Omega$

ઉદાહરણ 12.9

આકૃતિ 12.12માં $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$, $R_4 = 20\ \Omega$, $R_5 = 60\ \Omega$ અને 12 Vની બૅટરી જોડેલ છે. (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ અને (b) પરિપથમાંથી વહેતો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ ગણો.

ઉકેલ

ધારો કે આપણે સમાંતર જોડેલ અવરોધો R_1 અને R_2ને સ્થાને સમતુલ્ય અવરોધ R' જોડીએ. આ જ રીતે સમાંતર જોડેલ R_3, R_4 અને R_5 ને સ્થાન સમતુલ્ય અવરોધ R'' જોડીએ.

સમીકરણ (12.18)નો ઉપયોગ કરતાં,

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40}$$ એટલે કે, $R' = 8\ \Omega$

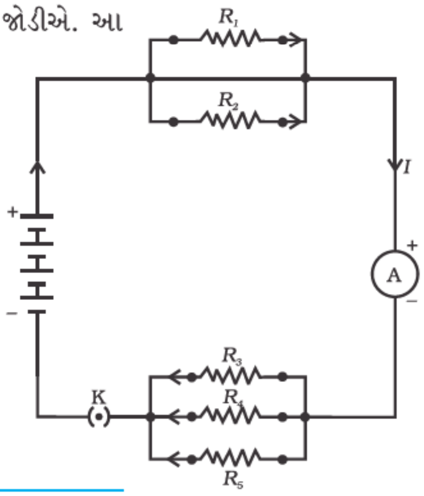
આ જ રીતે, $$\frac{1}{R''} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{6}{60}$$

એટલે કે, $R'' = 10\ \Omega$.

તેથી કુલ અવરોધ $R = R' + R'' = 18\ \Omega$

વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા માટે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરતાં,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{18\ \Omega} = 0.67\ A$$



આકૃતિ 12.12
શ્રેણી અને સમાંતર જોડેલા અવરોધો દર્શાવતો વિદ્યુત–પરિપથ

આપણે જોયું કે શ્રેણી–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સમગ્ર પરિપથમાં સમાન હોય છે. આથી, વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટરને શ્રેણીમાં જોડવા વ્યાવહારિક નથી, કારણ કે તેમને યોગ્ય રીતે ચલાવવા માટે તદ્દન ભિન્ન મૂલ્યોમાં વિદ્યુતપ્રવાહની જરૂર પડે છે (ઉદાહરણ 12.3 જુઓ). શ્રેણી–જોડાણની બીજી એક મુખ્ય ત્રુટિ એ છે કે જ્યારે પરિપથનો એક ઘટક નિષ્ફળ જાય ત્યારે પરિપથમાં ભંગાણ પડે છે અને પરિપથનો કોઈ પણ ઘટક કામ કરતો નથી. જો તમે તહેવારો, લગ્નો વગેરે પ્રસંગોમાં મકાનોની સજાવટમાં બલ્બોની શ્રેણીઓનો ઉપયોગ થતો જોયો હશે, તો તમે જોયું હશે કે ઇલેક્ટ્રિશીયનને ખામીવાળું સ્થાન શોધવામાં ઘણો સમય લાગે છે. તેને ઊડી ગયેલો બલ્બ શોધીને બદલવા માટે દરેક બલ્બને તપાસવો પડે છે. આનાથી વિરુદ્ધ સમાંતર જોડાણમાં દરેક ઉપકરણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેંચાઈ જાય છે. સમીકરણ (12.18) પ્રમાણે પરિપથનો કુલ અવરોધ ઘટે છે. આ ખાસ ત્યારે ઉપયોગી છે જ્યારે વિદ્યુત ઉપકરણનો અવરોધ જુદો–જુદો હોય અને દરેકને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવા માટે જુદો–જુદો વિદ્યુતપ્રવાહ જોઈતો હોય.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે (a) 1 Ω તથા 10^6 Ω (b) 1 Ω, 10^3 Ω અને 10^6 Ω અવરોધો સમાંતર જોડવામાં આવે, તો પરિણામી અવરોધ નક્કી કરો.
2. 100 Ωનો વિદ્યુતબલ્બ, 50 Ω અવરોધવાળું ટોસ્ટર અને 500 Ω અવરોધવાળું વૉટર ફિલ્ટર 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડેલ છે. તે જ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે વિદ્યુતઇસ્ત્રી જોડતાં તે ત્રણેય સાધનો દ્વારા ખેંચાતા કુલ પ્રવાહ જેટલો જ પ્રવાહ ખેંચે છે, તો ઇસ્ત્રીનો અવરોધ કેટલો હશે તથા તેમાંથી કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો હશે ?
3. વિદ્યુત સાધનોને બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડવાને બદલે સમાંતર જોડતાં કયા ફાયદા થાય છે ?
4. 2 Ω, 3 Ω અને 6 Ωના અવરોધોને કેવી રીતે જોડશો કે જેથી પરિણામી અવરોધ (a) 4 Ω (b) 1 Ω મળે.
5. 4 Ω, 8 Ω, 12 Ω અને 24 Ω અવરોધ ધરાવતા ગૂંચળાઓને સંયોજિત કરતાં કેટલો (a) મહત્તમ (b) ન્યૂનતમ અવરોધ મળે ?

F2B3T4

12.7 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર (Heating Effect of Electric Current)

આપણે જાણીએ છીએ કે બૅટરી અથવા કોષ વિદ્યુતઊર્જાનું પ્રાપ્તિસ્થાન છે. કોષમાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, જે બૅટરી સાથે જોડેલ કોઈ અવરોધ કે અવરોધોના તંત્રમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેવડાવવા માટે ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિમાં લાવે છે. આપણે વિભાગ 12.2માં જોયું કે વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે બૅટરીએ ઊર્જા ખર્ચતા રહેવું પડે છે. આ ઊર્જા ક્યાં જાય છે ? વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે ખર્ચ થતી ઊર્જામાંથી અમુક ભાગ ઉપયોગી કાર્ય કરવા (જેમકે વિદ્યુતપંખાનાં પાંખિયાં ફેરવવા) માટે વપરાય છે. પ્રાપ્તિસ્થાનની બાકીની ઊર્જા ઉપકરણનું તાપમાન વધારવા માટે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે. આપણે આપણા રોજિંદા જીવનમાં આ ઘણી વાર જોઈએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, વિદ્યુતપંખાનો લાંબો સમય સુધી સતત ઉપયોગ કરીએ તો તે ગરમ થાય છે. આનાથી વિપરીત જો વિદ્યુત–પરિપથ માત્ર અવરોધીય હોય, એટલે કે માત્ર અવરોધોનું જોડાણ જ બૅટરી સાથે કરેલ હોય તો પ્રાપ્તિસ્થાનની ઊર્જા સતત ઉષ્મારૂપે જ વ્યય થાય છે. આને વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર કહે છે. આ અસરનો ઉપયોગ વિદ્યુતહીટર, વિદ્યુતઇસ્ત્રી વગેરેમાં થાય છે.

ધારો કે અવરોધ Rમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ I પસાર થાય છે. ધારો કે તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V છે (આકૃતિ 12.13). ધારો કે t સમયમાં Q વિદ્યુતભાર પસાર થાય છે. V વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ Q વિદ્યુતભારને ગતિ કરાવવા માટે થતું કાર્ય VQ છે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાને t સમયમાં VQ જેટલી ઊર્જા પૂરી પાડવી પડે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા પરિપથને મળતો પાવર,

$$P = V\frac{Q}{t} = VI \qquad (12.19)$$

અથવા t સમયમાં પરિપથને પૂરી પડાતી ઊર્જા $P \times t$ એટલે કે VIt થાય. પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા ખર્ચાતી આ ઊર્જાનું શું થતું હશે ? આ ઊર્જા અવરોધકમાં ઉષ્મારૂપે વિખેરણ પામે છે. તેથી સ્થિર પ્રવાહ I માટે t સમયમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા,

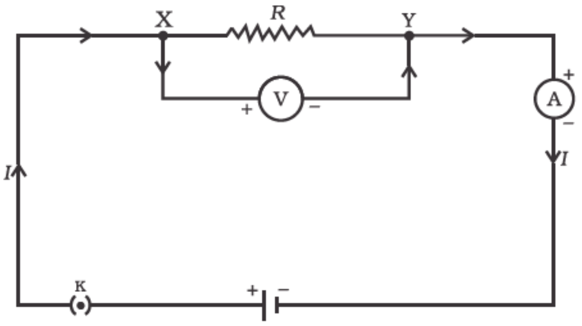
$$H = VIt \qquad (12.20)$$

ઓહ્મનો નિયમ (સમીકરણ 12.5) લાગુ પાડતાં આપણને

$$H = I^2Rt \qquad (12.21)$$

મળે.

આને જૂલનો તાપીય નિયમ કહે છે. આ નિયમ પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા (i) આપેલ અવરોધમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહના વર્ગનાં સમપ્રમાણમાં છે. (ii) આપેલ વિદ્યુતપ્રવાહ માટે અવરોધનાં સમપ્રમાણમાં છે. (iii) અવરોધમાંથી જેટલા સમય માટે પ્રવાહ પસાર થાય તે સમયનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે. વ્યાવહારિક પરિસ્થિતિમાં જ્યારે કોઈ વિદ્યુત ઉપકરણને જાણીતા વોલ્ટેજ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે $I = \frac{V}{R}$ સંબંધ દ્વારા તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ શોધ્યા બાદ સમીકરણ (12.12)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 12.13

શુદ્ધ અવરોધકીય પરિપથમાંથી પસાર થતો સ્થિર પ્રવાહ

ઉદાહરણ 12.10

એક વિદ્યુત ઇસ્ત્રી મહત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 840 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે અને લઘુત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 360 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે. વોલ્ટેજ 220 V છે. દરેક કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ અને અવરોધ કેટલા હશે ?

ઉકેલ

સમીકરણ (12.19) પરથી આપણે જાણીએ છીએ કે ઇનપુટ પાવર $P = VI$ છે.

આથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{P}{V}$

(a) જ્યારે મહત્તમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, $I = \frac{840\ W}{220\ V} = 3.82\ A$

તથા વિદ્યુતઇસ્ત્રીનો અવરોધ, $R = \frac{V}{I} = \frac{220\ V}{3.82\ A} = 57.60\ \Omega$

(b) જ્યારે ન્યૂનતમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, $I = \frac{360\ W}{220\ V} = 1.64\ A$

તથા વિદ્યુતઇસ્ત્રીનો અવરોધ, $R = \frac{V}{I} = \frac{220\ V}{1.64\ A} = 134.15\ \Omega$

ઉદાહરણ 12.11

4 Ωના અવરોધમાં દર સેકન્ડે 100 J ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે, તો અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત શોધો.

ઉકેલ

$H = 100\ J,\ R = 4\ \Omega,\ t = 1\ s,\ V = ?$

સમીકરણ (12.21) પરથી અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = \sqrt{H/Rt} = \sqrt{\frac{100\ J}{4\ \Omega \times 1 s}} = 5\ A$$

તેથી સમીકરણ (12.5) પરથી વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

$V = IR$

$= 5\ A \times 4\ \Omega = 20\ V$

પ્રશ્નો

1. શા માટે વિદ્યુતહીટરનું દોરડું (cord) ચમકતું નથી જ્યારે તેનો તાપીય ઘટક ચમકે છે ?
2. 50 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ 1 કલાકમાં 96000 કુલંબ વિદ્યુતભાર એકથી બીજે સ્થાને ખસેડતાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શોધો.
3. 20 Ω અવરોધ ધરાવતી વિદ્યુત ઇસ્ત્રી 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે. 30 સેકન્ડમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ગણો.

12.7.1 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસરનાં વ્યાવહારિક ઉપયોગો

(Practical Applications of Heating Effect of Electric Current)

કોઈ વાહકમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થવી તે વિદ્યુતપ્રવાહનું અનિવાર્ય પરિણામ છે. ઘણા કિસ્સામાં તે અનિચ્છનીય છે કેમ કે તે ઉપયોગી વિદ્યુતઊર્જાનું ઉષ્મામાં રૂપાંતર કરે છે. વિદ્યુત-પરિપથોમાં નિવારી ન શકાય તેવી ઉષ્મા વિદ્યુત ઘટકોનાં તાપમાનમાં વધારો કરે છે અને તેમના ગુણધર્મોમાં ફેરફાર કરી શકે છે. આમ છતાં વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસરની કેટલીય ઉપયોગી પ્રયુક્તિઓ છે. વિદ્યુત ઇસ્ત્રી, વિદ્યુત ટોસ્ટર, વિદ્યુત ઓવન, વિદ્યુત કિટલી અને વિદ્યુતહીટર એ જાણીતા વિદ્યુત ઉપકરણો છે, જે જૂલ ઉષ્મા પર કાર્ય કરે છે.

વિદ્યુત ઉષ્માનો ઉપયોગ પ્રકાશ મેળવવા માટે પણ થાય છે જેમ કે વિદ્યુતબલ્બ. અહીં, બલ્બના ફિલામેન્ટમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શક્ય તેટલી રોકી રાખવી જોઈએ જેથી તે ગરમ થઈને પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે. ફિલામેન્ટ આવા ઉચ્ચ તાપમાને પીગળવો જોઈએ નહિ. બલ્બનો ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે ટંગસ્ટન (ગલનબિંદુ 3380 °C) જેવી ઉચ્ચ ગલનબિંદુ ધરાવતી મજબુત ધાતુ વપરાય છે. ફિલામેન્ટને અવાહક ટેકાની મદદથી શક્ય તેટલી ઉષ્મીય રીતે અલગ કરવામાં આવે છે, બલ્બમાં રાસાયણિક રીતે નિષ્ક્રિય એવા નાઇટ્રોજન અને આર્ગન વાયુ ભરવામાં આવે છે, જેથી ફિલામેન્ટનું આયુષ્ય વધે. ફિલામેન્ટ દ્વારા વપરાતો મોટા ભાગનો પાવર ઉષ્મારૂપે હોય છે, પણ થોડોક ભાગ પ્રકાશ સ્વરૂપે ઉત્સર્જિત થાય છે.

જૂલ ઉષ્મા (ઉષ્માની તાપીય અસર)નો એક બીજો સામાન્ય ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથોમાં વપરાતા ફ્યુઝ છે. તે પરિપથો અને વિદ્યુત ઉપકરણોમાં અયોગ્ય રીતે વધી જતા વિદ્યુતપ્રવાહને પસાર થતો અટકાવીને તેમનું રક્ષણ કરે છે. ફ્યુઝ ઉપકરણ સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. ફ્યુઝ યોગ્ય ગલનબિંદુ ધરાવતી ધાતુ કે મિશ્ર ધાતુમાંથી બનેલો તારનો ટુકડો છે. ઉદાહરણ રૂપે ઍલ્યુમિનિયમ, કૉપર, લોખંડ, લેડ વગેરે. પરિપથના નિયત મૂલ્ય કરતા વધુ વિદ્યુતપ્રવાહ વહે તો ફ્યુઝનાં તારનાં તાપમાનમાં વધારો થાય છે. આથી, ફ્યુઝનો તાર પીગળી જાય છે અને પરિપથમાં ભંગાણ સર્જાય છે. ફ્યુઝનો તાર પોર્સેલિન અથવા તેના જેવા અવાહક પદાર્થના આધાર પર રાખવામાં આવે છે, જેને બે ધાતુનાં છેડા હોય છે. ઘર વપરાશમાં વપરાતા ફ્યુઝ 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A વગેરે રેટીંગ ધરાવે છે. વિદ્યુત ઇસ્ત્રી 220 V પર કાર્ય કરતી હોય અને 1 kW વિદ્યુતપાવર વાપરતી હોય તો પરિપથમાં 1000 W/220 V = 4.54 A વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય. આ કિસ્સામાં 5 Aનો ફ્યુઝ વાપરવો જોઈએ.

12.8 વિદ્યુત પાવર (Electric Power)

તમે અગાઉનાં ધોરણમાં શીખ્યા છો કે કાર્ય કરવાના દરને પાવર કહે છે. તે ઊર્જાના વપરાશનો દર પણ છે.

સમીકરણ (12.21) વિદ્યુત-પરિપથમાં વપરાતી અથવા વ્યય થતી વિદ્યુતઊર્જાનો દર આપે છે. તેને વિદ્યુત પાવર પણ કહે છે.

પાવર $P = VI$

અથવા $P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$ (12.22)

પાવરનો SI એકમ વોટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ ઉપકરણમાં 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય તો ઉપકરણ વડે વપરાતો પાવર 1 W છે. આમ,

1 વોટ = 1 વોલ્ટ × 1 ઍમ્પિયર = 1 V A (12.23)

એકમ 'વોટ' બહુ નાનો છે. આથી, વાસ્તવિક વ્યવહારમાં આપણે ઘણો મોટો એકમ કિલોવોટ વાપરીએ છીએ. 1 કિલોવોટ, 1000 વોટ જેટલો છે. હવે, વિદ્યુતઊર્જાએ પાવર અને સમયનો ગુણાકાર છે, તેથી વિદ્યુતઊર્જાનો એકમ વોટ અવર (W h) છે. જ્યારે એક વોટ પાવર 1 કલાક માટે વપરાય તો વપરાતી ઊર્જાને 1 વોટઅવર કહે છે. વિદ્યુતઊર્જાનો વ્યાપારિક (ઔદ્યોગિક) એકમ કિલોવોટ અવર (kWh) છે, જેને સામાન્ય રીતે 'યુનિટ' કહે છે.

1 kWh = 1000 વોટ × 3600 સેકન્ડ

= 3.6×10^6 વોટ સેકન્ડ

= 3.6×10^6 જૂલ (J)

વધુ જાણવા જેવું !

ઘણાં લોકો એવું માને છે કે વિદ્યુત-પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉન વપરાય છે. આ ખોટું છે ! આપણે વિદ્યુતબોર્ડ કે વિદ્યુત કંપનીને વિદ્યુત બલ્બ, વિદ્યુત પંખા અને ઍન્જિન જેવા વિદ્યુત ઉપકરણોમાં ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિ કરાવવા માટે પૂરી પાડવી પડતી ઊર્જા માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ. આપણે જે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેને માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ.

ઉદાહરણ 12.12

એક વિદ્યુત બલ્બને 220 Vનાં જનરેટર સાથે જોડેલ છે. વિદ્યુતપ્રવાહ 0.50 A છે, તો બલ્બનો પાવર કેટલો ?

ઉકેલ

P = VI

= 220 V × 0.50 A

= 110 J/s

= 110 W

ઉદાહરણ 12.13

400 Wનું રેટિંગ ધરાવતું વિદ્યુત રેફ્રિજરેટર 8 કલાક/દિવસ ચલાવવામાં આવે છે. ₹ 3 પ્રતિ kW hનાં લેખે 30 દિવસ ચલાવવા માટેની ઊર્જા માટે કેટલો ખર્ચ થાય ?

ઉકેલ :

30 દિવસમાં રેફ્રિજરેટર દ્વારા વપરાતી કુલ ઊર્જા

$400\ W \times 8$ કલાક/દિવસ $\times 30$ દિવસ $= 96000\ W\ h$

$= 96\ kW\ h$

આમ, 30 દિવસ રેફ્રિજરેટર ચલાવવા માટે વપરાતી ઊર્જાની કિંમત 96 kW h × ₹ 3 પ્રતિ kW h = ₹ 288.00

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા અપાતી ઊર્જાનો દર શાનાથી નક્કી થાય છે ?
2. એક વિદ્યુતમોટર 220 Vની લાઇનમાંથી 5 A પ્રવાહ ખેંચે છે, તો મોટરનો પાવર અને 2 hમાં વપરાતી ઊર્જા ગણો.

તમે શીખ્યાં કે

- કોઈ પણ વાહકમાં ગતિશીલ ઇલેક્ટ્રૉનનો પ્રવાહ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહનો SI એકમ ઍમ્પિયર (A) છે.
- કોઈ વિદ્યુત–પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિમાં લાવવા માટે આપણે કોષ કે બૅટરીનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વિદ્યુતકોષ તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે. તેને વોલ્ટ (V)માં માપવામાં આવે છે.
- અવરોધ એવો ગુણધર્મ છે, જે કોઈ પણ વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનના પ્રવાહને અવરોધે છે. તે વિદ્યુતપ્રવાહનાં મૂલ્યને નિયંત્રિત કરે છે. અવરોધનો SI એકમ ઓહ્મ (Ω) છે.
- ઓહ્મનો નિયમ : અવરોધકનું તાપમાન અચળ રહેતું હોય તો કોઈ અવરોધકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે.
- વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈનાં સમપ્રમાણ અને આડછેડનાં ક્ષેત્રફળનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે અને તે વાહકના દ્રવ્યની જાત પર પણ આધાર રાખે છે.
- શ્રેણીમાં જોડેલા અનેક અવરોધોનો સમતુલ્ય અવરોધ પ્રત્યેક અવરોધના સરવાળા જેટલો હોય છે.
- એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલ અનેક અવરોધનો સમતુલ્ય અવરોધ R_p

  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ...$ દ્વારા અપાય છે.
- અવરોધમાં વ્યય થતી વિદ્યુતઊર્જા નીચે મુજબ અપાય છે :

  $W = V \times I \times t$
- પાવરનો એકમ વોટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનાં તફાવત હેઠળ 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે ત્યારે એક વોટ પાવર વપરાય છે.
- વિદ્યુતઊર્જાનો વ્યાપારિક એકમ કિલોવોટ અવર (kW h) છે.

  $1\ kW\ h = 3{,}600{,}000\ J = 3.6 \times 10^6\ J$

સ્વાધ્યાય

I4C1I7

1. R અવરોધ ધરાવતા તારના પાંચ સમાન ટુકડા કરવામાં આવે છે. આ ટુકડાઓને સમાંતર જોડવામાં આવે છે. જો જોડાણનો પરિણામી અવરોધ R' હોય, તો $\frac{R}{R'}$ ગુણોત્તર ...... છે.

   (a) $\frac{1}{25}$ (b) $\frac{1}{5}$ (c) 5 (d) 25

2. નીચેનામાંથી કયું પદ પરિપથમાં વિદ્યુતપાવર દર્શાવતું નથી ?

   (a) I^2R (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R

3. એક વિદ્યુતબલ્બનું રેટિંગ 220 V અને 100 W છે. જ્યારે તેને 110 V પર વાપરવામાં આવે ત્યારે વપરાતો પાવર ...... હશે.

   (a) 100 W (b) 75 W (c) 50 W (d) 25 W

4. એક જ દ્રવ્યમાંથી બનેલા બે વાહક તારની લંબાઈ અને વ્યાસ સમાન છે. સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ તેમને સૌપ્રથમ શ્રેણીમાં અને ત્યાર પછી સમાંતરમાં જોડવામાં આવે છે, તો શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો ગુણોત્તર ...... હશે.

   (a) 1:2 (b) 2:1 (c) 1:4 (d) 4:1

5. પરિપથમાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે વોલ્ટમીટર કેવી રીતે જોડશો ?

6. એક તાંબાના તારનો વ્યાસ 0.5 mm અને અવરોધકતા $1.6 \times 10^{-8}\ \Omega$ m છે, તો 10 Ωનો અવરોધ બનાવવા તારની લંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ ? જો વ્યાસ બમણો કરવામાં આવે, તો અવરોધમાં કેટલો ફેરફાર થાય ?

7. કોઈ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને તેને અનુરૂપ અવરોધમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ Iનાં મૂલ્યો નીચે મુજબ છે :

I (ઍમ્પિયર)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
V (વોલ્ટ)	1.6	3.4	6.7	10.2	13.2

   V વિરુદ્ધ Iનો આલેખ દોરી અવરોધકનો અવરોધ ગણો.

8. જ્યારે અજ્ઞાત અવરોધના છેડા વચ્ચે 12 Vની બૅટરી જોડવામાં આવે ત્યારે પરિપથમાં 2.5 mAનો પ્રવાહ વહે છે, તો અવરોધકનો અવરોધ શોધો.

9. 9 V ની બૅટરીને અવરોધો 0.2 Ω, 0.3 Ω, 0.4 Ω, 0.5 Ω, અને 12 Ω સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે, તો 12 Ωના અવરોધ માંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો ?

10. 176 Ωના કેટલા અવરોધોને સમાંતર જોડવા જોઈએ કે જેથી 220 Vની લાઇનમાંથી 5 A પ્રવાહ વહે ?

11. 6 Ωના ત્રણ અવરોધોને તમે કેવી રીતે જોડશો કે જેથી જોડાણનો અવરોધ (i) 9 Ω (ii) 4 Ω થાય.

12. 220 Vની વિદ્યુતલાઇન પર ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા અનેક બલ્બોનું રેટિંગ 10 W છે. 220 Vની લાઇનમાંથી ખેંચી શકાતો મહત્તમ પ્રવાહ 5 A હોય તો લાઇનના બે તાર વચ્ચે કેટલા બલ્બ સમાંતરમાં જોડી શકાય ?

13. ઇલેક્ટ્રિક ઓવનની હોટપ્લેટ (hot plate) 220 Vની લાઇન સાથે જોડેલ છે, જેમાં બે અવરોધ કૉઇલ A અને B છે. પ્રત્યેકનો અવરોધ 24 Ω છે, જેને સ્વતંત્ર શ્રેણીમાં કે સમાંતરમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે, તો ત્રણેય કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો–કેટલો હશે ?

14. નીચે આપેલાં પરિપથોમાં 2 Ωના અવરોધમાં વપરાતા પાવરની સરખામણી કરો. (i) 6 Vની બૅટરી સાથે 1 Ω અને 2 Ωના અવરોધો શ્રેણીમાં (ii) 4 Vની બૅટરી સાથે 12 Ω અને 2 Ωના અવરોધો સમાંતરમાં.

15. 100 W; 220 V અને 60 W; 220 Vનું રેટિંગ ધરાવતા બે બલ્બ વિદ્યુત મેઇન્સ સાથે સમાંતર જોડેલા છે. જો સપ્લાય વોલ્ટેજ 220 V હોય, તો લાઇનમાંથી ખેંચાતો પ્રવાહ કેટલો હશે ?

16. કોનામાં વધુ વિદ્યુતઊર્જા વપરાય છે. 250 Wનું TV એક કલાક ચલાવતાં કે 1200 Wના ટોસ્ટરને 10 મિનિટ ચલાવતા ?

17. 8 Ω અવરોધ ધરાવતું વિદ્યુતહીટર મેઇન્સમાંથી 2 કલાક સુધી 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે, તો હીટરમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો દર શોધો.

18. નીચેનાની સમજૂતી આપો :

(a) વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે લગભગ એક માત્ર ટંગસ્ટનનો જ ઉપયોગ કેમ થાય છે ?

(b) વિદ્યુત તાપીય ઉપકરણો જેવા કે બ્રેડ ટોસ્ટર, ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રીના વાહકો શુદ્ધ ધાતુનાં સ્થાને મિશ્રધાતુના કેમ બનાવવામાં આવે છે ?

(c) ઘરવપરાશના પરિપથોમાં શ્રેણી–જોડાણોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવતો નથી ?

(d) કોઈ તારનો અવરોધ તેના આડછેદનાં ક્ષેત્રફળ સાથે કેવી રીતે બદલાય છે ?

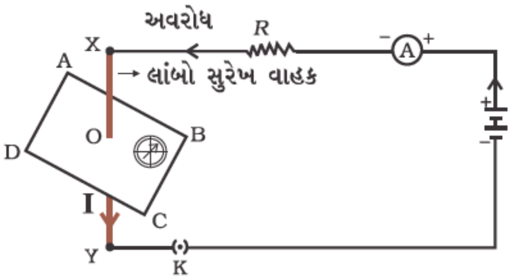
(e) વિદ્યુતપ્રવાહના વહન (એકથી બીજા સ્થાને લઈ જવા, transmission) માટે મોટા ભાગે તાંબા અને ઍલ્યુમિનિયમના તારોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવે છે ?

પ્રકરણ 13
વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો (Magnetic Effects of Electric Current)

અગાઉ 'વિદ્યુત'ના પ્રકરણમાં આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર વિશે અભ્યાસ કર્યો. વિદ્યુતપ્રવાહની અન્ય અસરો કઈ છે ? આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર એક ચુંબક તરીકે વર્તે છે. આ જાણકારીનું દૃઢીકરણ (reinforce) કરવા માટે ચાલો આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.1

- આકૃતિ 13.1 માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુત–પરિપથમાં બિંદુઓ X અને Y ની વચ્ચે એક સુરેખ જાડો તાંબાનો તાર ગોઠવો. તાર XY કાગળના સમતલને લંબરૂપે ગોઠવેલ છે.
- આ તાંબાના તારની નજીક એક નાના હોકાયંત્ર (કંપાસ–Compass)ને સમક્ષિતિજ રહે તેમ ગોઠવો. તેની સોયની સ્થિતિનું અવલોકન કરો.
- હવે કળમાં પ્લગ દાખલ કરી પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરો.
- હોકાયંત્રની સોયના સ્થાનમાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 13.1
ધાતુના તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં હોકાયંત્રની સોયનું કોણાવર્તન થાય છે

આપણને સોય કોણાવર્તન પામતી જોવા મળે છે. આનો અર્થ શું થાય ? આનો અર્થ એ થાય કે જ્યારે તાંબાના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહે ચુંબકીય અસર ઉત્પન્ન કરી છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંકળાયેલા છે. તો પછી આનાથી વિરુદ્ધ, ગતિ કરતાં ચુંબકની વિદ્યુત અસર વિશેની શું શક્યતા છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે ચુંબકીય ક્ષેત્રો તથા આ પ્રકારની વિદ્યુત-ચુંબકીય અસરોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસર સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુતચુંબકો તથા વિદ્યુતમોટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું તથા ગતિમાન ચુંબકની વિદ્યુતીય અસર પર આધારિત વિદ્યુત જનરેટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું.

હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડ (Hans Christian Oersted 1777–1851)

19મી સદીના એક અગ્રણી વૈજ્ઞાનિક હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડએ વિદ્યુતચુંબકત્વ સમજવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવેલ. 1820માં તેમણે અકસ્માતે શોધી કાઢ્યું કે ધાતુના તારની નજીક રાખેલ હોકાયંત્રની સોય તારમાં પ્રવાહ પસાર કરતાં કોણાવર્તન પામે છે. આ અવલોકન દ્વારા ઓર્સ્ટેડે દર્શાવ્યું કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંબંધિત ઘટનાઓ છે. તેમના સંશોધને ત્યાર બાદ જુદી–જુદી ટેક્નોલૉજી જેમકે રેડિયો, ટૅલિવિઝન અને ફાઈબર ઑપ્ટિક્સનો ઉદ્‌ભવ કર્યો. તેમના માનમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતાના એકમને ઓર્સ્ટેડ નામ આપવામાં આવ્યું છે.

13.1 ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને ક્ષેત્રરેખાઓ (Magnetic Field and Field Lines)

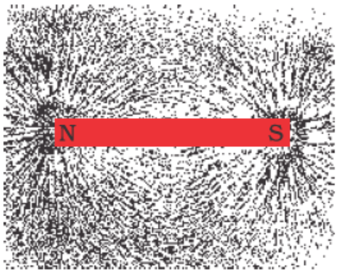
આપણે એ હકીકતથી વાકેફ છીએ કે, હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તે કોણાવર્તન પામે છે. ખરેખર હોકાયંત્રની સોય એક નાનો ગજિયો ચુંબક છે. હોકાયંત્રની સોયના છેડા લગભગ ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશાઓનું સૂચન કરે છે. ઉત્તર દિશાનું સૂચન કરતાં છેડાને ઉત્તરને શોધતો (Seeking) અથવા ઉત્તર ધ્રુવ કહે છે. બીજા દક્ષિણ દિશામાં રહેતાં છેડાને દક્ષિણને શોધતો અથવા દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે. જુદી–જુદી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા આપણે અવલોકન કર્યું છે કે સમાન (સજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને અપાકર્ષે છે જ્યારે ચુંબકના અસમાન (વિજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને આકર્ષે છે.

પ્રશ્ન

1. હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તેનું કોણાવર્તન કેમ થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 13.2

- ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ગુંદર વડે ચીપકાવો.
- એક ગજિયા ચુંબકને તેની મધ્યમાં મૂકો.
- ગજિયા ચુંબકની આસપાસ લોખંડનો ભૂકો એકસરખો ભભરાવો. (આકૃતિ 13.2) આ માટે તમે મીઠું છાંટવાની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે બૉર્ડને હળવેથી ટકોરા મારો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 13.2
લોખંડનો ભૂકો ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓ પર ગોઠવાય છે

લોખંડનો ભૂકો પોતાની જાતે જ આકૃતિ 13.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાઈ જાય છે. લોખંડનો ભૂકો આવી ચોક્કસ ભાત (તરાહ)માં કેમ ગોઠવાય છે ? આ ભાત શું દર્શાવે છે ? ચુંબક પોતાની આસપાસના વિસ્તારમાં પોતાનો પ્રભાવ (અસર) ઉત્પન્ન કરે છે. પરિણામે લોખંડનો ભૂકો બળ અનુભવે છે. આ બળની અસર હેઠળ લોખંડનો ભૂકો ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાય છે. ચુંબકની આસપાસનો વિસ્તાર કે જેમાં ચુંબકના બળની અસર અનુભવાય છે, તેને ચુંબકીય ક્ષેત્ર કહે છે. લોખંડનો ભૂકો જે રેખાઓ પર ગોઠવાય છે તેને ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ કહે છે.

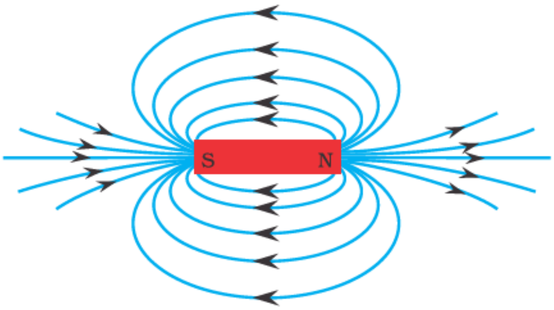
ગજિયા ચુંબકની આજુબાજુ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ મેળવવા માટેના કોઈ બીજા રસ્તાઓ છે ? હા, તમે જાતે ગજિયા ચુંબકની ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ દોરી શકો છો.

પ્રવૃત્તિ 13.3

- એક નાનું હોકાયંત્ર અને ગજિયો ચુંબક લો.
- ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ પર ગુંદર વડે ચીપકાવેલા સફેદ કાગળ પર ચુંબકને મૂકો.
- ચુંબકની ધારને અંકિત કરો.
- ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવની નજીક હોકાયંત્રને ગોઠવો. તે કેવી રીતે વર્તે છે ? સોયનો દક્ષિણ ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ જાય છે. હોકાયંત્રનો ઉત્તર ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવથી દૂર જાય છે.

- સોયના બંને છેડાઓનાં સ્થાન અંકિત કરો.
- હવે સોયને નવા સ્થાન પર એવી રીતે ખસેડો કે જેથી તેનો દક્ષિણ ધ્રુવ, પહેલાની સ્થિતિમાં રહેલા ઉત્તર ધ્રુવના સ્થાન પાસે આવી જાય.
- આ રીતે આકૃતિ 13.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તમે ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી ઉત્તરોત્તર ગતિ કરતાં પહોંચી જાઓ.
- કાગળ પર રહેલાં આ બિંદુઓને સળંગ વક્રના સ્વરૂપમાં જોડો. આ વક્ર ક્ષેત્રરેખા દર્શાવે છે.
- આ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરી તમારાથી શક્ય હોય તેટલી રેખાઓ દોરો. તમને આકૃતિ 13.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની ભાત મળશે. આ રેખાઓ ચુંબકની આસપાસ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રનું નિરૂપણ કરે છે. તેમને ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કહે છે.
- ક્ષેત્રરેખા પર ગતિ કરતાં–કરતાં હોકાયંત્રની સોયના આવર્તનનું અવલોકન કરો. સોય ધ્રુવોની નજીક જાય તેમ તેનું આવર્તન વધે છે.

આકૃતિ 13.3
હોકાયંત્ર સોયની મદદથી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખા દોરવી



આકૃતિ 13.4
ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ

ચુંબકીય ક્ષેત્ર દિશા અને મૂલ્ય (માન) બંને ધરાવતી ભૌતિકરાશિ છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા એ દિશામાં લેવામાં આવે છે કે જે દિશામાં હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે. તેથી રૈવાજિક રીતે ક્ષેત્રરેખાઓ ઉત્તર ધ્રુવમાંથી નીકળે અને દક્ષિણ ધ્રુવમાં દાખલ થાય તેમ લેવાય છે. (આકૃતિ 13.4માં દર્શાવેલ તીરની નિશાની ધ્યાનમાં લો). ચુંબકની અંદર ક્ષેત્રરેખાઓની દિશા તેના દક્ષિણ ધ્રુવથી તેના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ હોય છે. આમ, ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ બંધ વક્રો રચે છે.

ચુંબકીય ક્ષેત્રની સાપેક્ષ તીવ્રતાને ક્ષેત્રરેખાઓની નિકટતાની માત્રા દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ જ્યાં વધારે નજીક–નજીક હોય ત્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધારે પ્રબળ હોય છે એટલે કે ત્યાં રાખેલ કોઈ બીજા ચુંબકના ધ્રુવ પર ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે વધારે બળ લાગે છે. (આકૃતિ 13.4 જુઓ.)

બે ક્ષેત્રરેખાઓ કદાપિ એકબીજીને છેદતી જણાતી નથી. જો તે છેદે તો એનો અર્થ એ થાય કે છેદનબિંદુએ હોકાયંત્રની સોય બે દિશાઓ દર્શાવશે, જે શક્ય નથી.

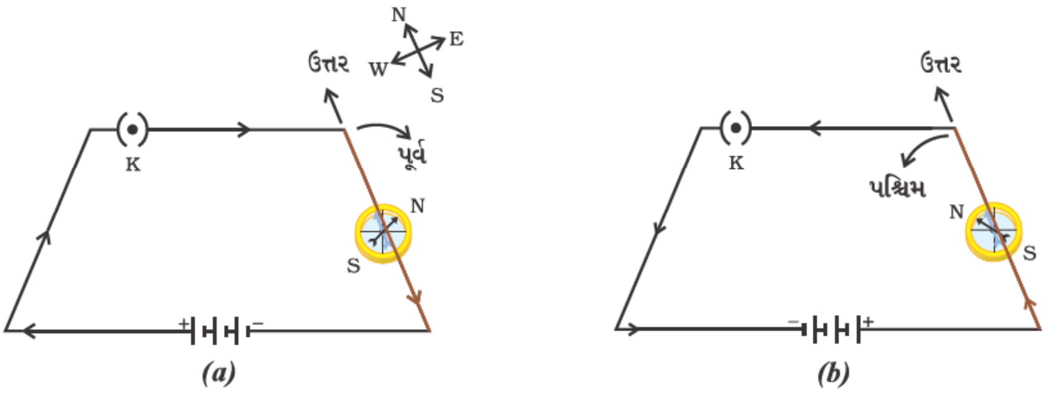
13.2 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current-Carrying Conductor)

M5R2G1

આપણે પ્રવૃત્તિ 13.1માં જોયું કે કોઈ ધાતુના સુવાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પોતાની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદ્ભવતા ક્ષેત્રની દિશા જાણવા માટે ચાલો આપણે આ પ્રવૃત્તિને નીચે પ્રમાણે પુનરાવર્તિત કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.4

- તાંબાનો એક લાંબો સુરેખ તાર, 1.5 V ના બે કે ત્રણ વિદ્યુતકોષ અને એક પ્લગકળ લો. તે બધાને આકૃતિ 13.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે શ્રેણીમાં જોડો.
- એક સુરેખ તારને હોકાયંત્રની સોયની ઉપર અને તેને સમાંતરરૂપે ગોઠવો.
- હવે પ્લગમાં કળ મૂકો.
- સોયના ઉત્તર ધ્રુવના કોણાવર્તનની દિશાનું અવલોકન કરો. જો પ્રવાહ આકૃતિ 13.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્તરથી દક્ષિણ દિશામાં વહેતો હશે, તો હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ પૂર્વ દિશામાં આવર્તન કરશે.
- આકૃતિ 13.5 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં જોડેલ સેલનું જોડાણ બદલી નાંખો. પરિણામે તાંબાના તારમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા બદલાશે એટલે કે દક્ષિણથી ઉત્તર તરફની થશે.
- સોયના કોણાવર્તનની દિશામાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે હવે સોયનું કોણાવર્તન વિરુદ્ધ દિશામાં એટલે કે પશ્ચિમ તરફ થાય છે [આકૃતિ 13.5 (b)]. એનો અર્થ એ થયો કે, વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પણ ઉલટાયેલ છે.



આકૃતિ 13.5 સરળ વિદ્યુત–પરિપથ કે જેમાં સુરેખ તાંબાના તારને હોકાયંત્રની સોય ઉપર તેને સમાંતર ગોઠવેલ છે. જ્યારે પ્રવાહની દિશા ઉલટાવવામાં આવે ત્યારે સોયનું કોણાવર્તન ઉલટાય છે

13.2.1 સુરેખ વાહકમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

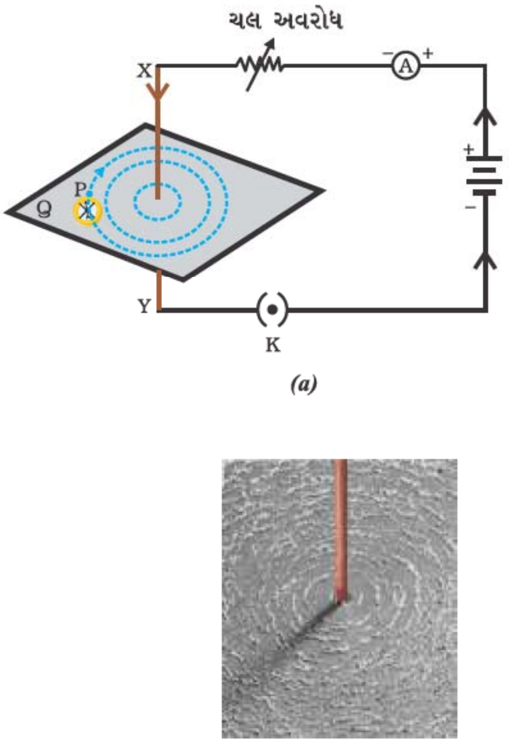
(Magnetic Field due to a Current through a Straight Conductor)

સુવાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત શાનાથી નક્કી થાય છે ? શું આ ભાત સુવાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે ? એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા આપણે તેની તપાસ કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 13.5

- એક બૅટરી (12 V), ચલ અવરોધ (અથવા રિઓસ્ટેટ), એમીટર (0–5 A), પ્લગકળ, જોડાણ માટેના તાર અને જાડો લાંબો સુરેખ તાંબાનો તાર લો.
- એક લંબચોરસ પૂંઠાની મધ્યમાંથી તેના સમતલને લંબરૂપે રહે તેમ જાડા તારને દાખલ કરો. ધ્યાન રાખો કે પૂંઠું જડિત હોય અને ઉપર કે નીચે સરકતું ન હોય.

- આકૃતિ 13.6(a) માં દર્શાવ્યા અનુસાર તાંબાના તારને બિંદુ X અને Yની વચ્ચે ઊર્ધ્વ રહે તે રીતે બૅટરી, પ્લગકળ, એમીટર અને રિઓસ્ટેટ સાથે શ્રેણીમાં જોડો.
- થોડો લોખંડનો ભૂકો પૂંઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો. (આ માટે તમે મીઠું છાંટવા માટેની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો).
- રિઓસ્ટેટના ચલને એક ચોક્કસ સ્થિતિમાં રાખીને એમીટરમાંથી વહેતા પ્રવાહની નોંધ કરો.
- કળ મૂકો જેથી તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહેશે. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ તાંબાનો તાર ઊર્ધ્વ દિશામાં સીધો રહે.
- પૂંઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. લોખંડના ભૂકાની ભાતનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે લોખંડનો ભૂકો તાંબાના તારની આસપાસ સમકેન્દ્રિય થઈ વર્તુળાકાર ભાત રચે છે (આકૃતિ 13.6).
- આ સમકેન્દ્રિય વર્તુળો શું દર્શાવે છે ? તે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દર્શાવે છે.
- આ રીતે ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કેવી રીતે શોધીશું ? વર્તુળના કોઈ બિંદુ (ધારો કે P) પાસે હોકાયંત્ર ગોઠવો. સોયની દિશાનું અવલોકન કરો. હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ સુરેખ તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે P બિંદુ પાસે ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે. આ દિશાને એક તીર દ્વારા દર્શાવો.
- શું સુરેખ તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશા ઉલટાય છે ? ચકાસો.



(a)

(b)

આકૃતિ 13.6

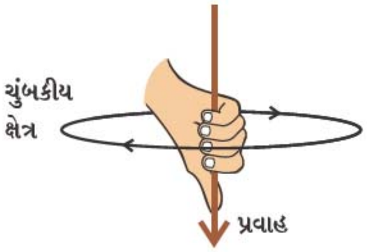
(a) સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારની આસપાસ ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રીય વર્તુળોની ભાત. વર્તુળમાં તીરની નિશાની ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશાનું સૂચન કરે છે. (b) મળતી ભાતનું ખૂબ નજીકથી અવલોકન

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તન પર શું પ્રભાવ પડશે ? આ જોવા માટે તારમાંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરો. આપણને જોવા મળે છે કે સોયના કોણાવર્તનમાં પણ ફેરફાર થાય છે. વાસ્તવમાં જો પ્રવાહ વધારીએ તો કોણાવર્તન પણ વધે છે. જે દર્શાવે છે કે તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં વધારો કરતાં આપેલ બિંદુ પાસે ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રના માનમાં (મૂલ્યમાં) પણ વધારો થાય છે.

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતો પ્રવાહ તેનો તે જ હોય પરંતુ હોકાયંત્રને તાંબાના તારથી દૂર લઈ જવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તનમાં શું ફેર પડે છે ? આ જોવા માટે આપણે હોકાયંત્રને વાહક તારથી દૂર આવેલા કોઈ બિંદુ (ધારો કે Q) પાસે રાખીશું. તમે કેવો ફેરફાર જુઓ છો ? આપણે જોઈએ છીએ કે સોયનું કોણાવર્તન ઘટે છે. આમ, કોઈ વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકથી દૂર જતાં ઘટે છે. આકૃતિ 13.6માં જોઈ શકાય છે કે જેમ–જેમ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ તારથી દૂર જઈએ તેમ તેમ તેની આજુબાજુ ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રિત વર્તુળો મોટાં ને મોટાં થતાં જાય છે.

13.2.2 જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (Right-Hand Thumb Rule)

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો એક સરળ રસ્તો આકૃતિ (13.7)માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 13.7
જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ

કલ્પના કરો કે તમે તમારા જમણા હાથમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને એવી રીતે પકડો છો કે જેથી અંગૂઠો વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાનું સૂચન કરે છે. તો તમારી આંગળીઓ વાહકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓની દિશામાં વીંટળાય છે, જે આકૃતિ 13.7માં દર્શાવેલ છે. આને જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ કહે છે*.

ઉદાહરણ 13.1

કોઈ સમક્ષિતિજ પાવર લાઈનમાં પૂર્વથી પશ્ચિમ દિશા તરફ વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. તેની બરોબર નીચે આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે તથા તેની બરોબર ઉપર આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

ઉકેલ

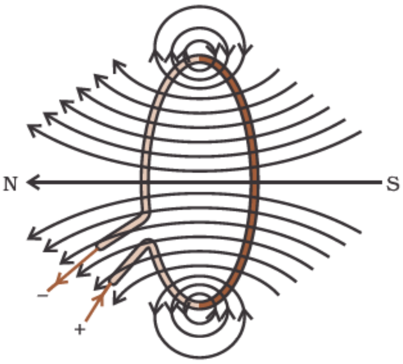
વિદ્યુતપ્રવાહ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ છે. જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ લાગુ પાડતાં પૂર્વ છેડાથી જોતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા (તારના ઉપર કે નીચે કોઈ બિંદુ પાસે) તારને લંબ સમતલમાં સમઘડી દિશામાં (Clockwise) મળશે. આ જ પ્રમાણે તારના પશ્ચિમ છેડાથી જોતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા વિષમઘડી દિશામાં (Anti-Clockwise) હશે.

પ્રશ્નો

1. ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરો.
2. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓના ગુણધર્મોની સૂચિ બનાવો.
3. બે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજીને કેમ છેદતી નથી ?

13.2.3 વર્તુળાકાર લૂપમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

(Magnetic Field due to a Current through a Circular Loop)



આકૃતિ 13.8
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપ વડે ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

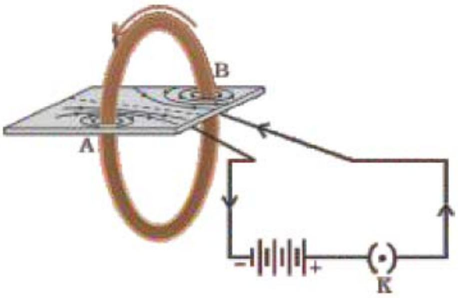
આપણે અત્યાર સુધી સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે તેની આસપાસ ઉદ્‌ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાતનું અવલોકન કર્યું. ધારો કે આ તારને વાળીને એક વર્તુળાકાર લૂપ બનાવી તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. તો હવે તેના દ્વારા ઉદ્‌ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કેવી દેખાશે ? આપણે જાણીએ છીએ કે સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેનાથી અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણ પર આધારિત છે. તે જ રીતે કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપની આસપાસ દરેક બિંદુએ ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં કેન્દ્રિત વર્તુળોની સાઇઝ તારથી દૂર જતાં સતત મોટી ને મોટી થતી જાય છે (આકૃતિ 13.8). જ્યારે આપણે વર્તુળાકાર લૂપના કેન્દ્ર પાસે પહોંચીએ ત્યારે આ મોટાં વર્તુળોના ચાપ લગભગ સુરેખ રેખા જેવા દેખાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારના દરેક બિંદુએથી ઉદ્‌ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ લૂપના કેન્દ્ર પાસે સીધી રેખાઓ જેવી દેખાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી એ હકીકતની સરળતાથી ચકાસણી કરી શકાય કે તારનો દરેક ભાગ લૂપની અંદર ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં એક જ દિશામાં ફાળો આપે છે.

* આ નિયમને મેક્સવેલનો કોર્કસ્ક્રૂનો નિયમ પણ કહે છે. જો આપણે કોર્કસ્ક્રૂને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં આગળ વધારવાનું વિચારીએ તો કોર્કસ્ક્રૂના પરિભ્રમણની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા હોય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે આપેલા બિંદુ પાસે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના સમપ્રમાણમાં હોય છે. તેથી જો વર્તુળાકાર લૂપને n આંટાઓ હોય તો ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર એક આંટા દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં ક્ષેત્ર કરતાં n ગણું હોય છે. કારણ કે દરેક આંટામાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા સમાન હોય છે અને દરેક આંટા વડે ઉદ્ભવતાં ક્ષેત્રોનો સરવાળો થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 13.6

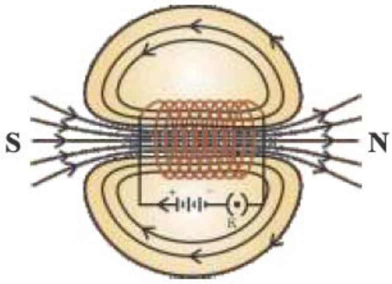
- એક એવું લંબચોરસ પૂઠું લો. જેમાં બે છિદ્રો હોય. પૂઠાના સમતલને લંબ રહે તેમ ઘણા આંટાઓ ધરાવતી એક લૂપને પૂઠામાં દાખલ કરો.
- આકૃતિ 13.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લૂપના છેડાઓ સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને એક રિઓસ્ટેટનું જોડાણ કરો.
- લોખંડના ભૂકાને પૂઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો.
- કળમાં પ્લગ મૂકો.
- પૂઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. પૂઠા પર લોખંડના ભૂકાની જે ભાત રચાય છે તેનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 13.9
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

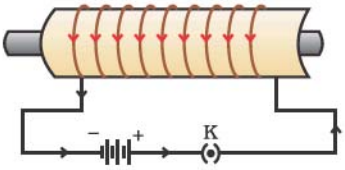
13.2.4 સોલેનોઇડમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current in a Solenoid)

અલગ કરેલા તાંબાના તારના અત્યંત નજીક વિંટાળેલા ઘણા વર્તુળાકાર આંટા વડે બનતા નળાકારને સોલેનોઇડ કહે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના કારણે રચાતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત આકૃતિ 13.10માં દર્શાવી છે. આકૃતિ 13.4માં દર્શાવેલ ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત સાથે આ ભાતની સરખામણી કરો. શું તે એકસમાન દેખાય છે ? હા, તે એકસમાન છે. હકીકતમાં સોલેનોઇડનો એક છેડો ચુંબકીય ઉત્તર ધ્રુવ અને બીજો છેડો ચુંબકીય દક્ષિણ ધ્રુવ તરીકે વર્તે છે. સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ક્ષેત્રરેખાઓ પરસ્પર સમાંતર એવી સુરેખાઓ છે. જે દર્શાવે છે કે સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં બધાં બિંદુએ ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે. એટલે કે, સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે.



આકૃતિ 13.10
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડની અંદર તથા આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રનો નરમ લોખંડ જેવા ચુંબકીય પદાર્થને ગૂંચળાની અંદર રાખી મૅગ્નેટાઇઝ કરવા માટે ઉપયોગ થઈ શકે છે (આકૃતિ 13.11). આ રીતે બનતા ચુંબકને ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ કહે છે.



આકૃતિ 13.11
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો સ્ટીલના સળિયાને તેની અંદર મૂકી મૅગ્નેટાઇઝ કરવા માટેનો ઉપયોગ - (ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ બનાવવા)

પ્રશ્નો

1. ટેબલના સમતલમાં રહેલ તારનું વર્તુળાકાર લૂપ ધ્યાનમાં લો. ધારો કે આ લૂપમાંથી સમઘડી દિશામાં પ્રવાહ પસાર થાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી લૂપની અંદર તેમજ બહાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શોધો.
2. આપેલ વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન છે. આ દર્શાવતી આકૃતિ દોરો.

3. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.

અતિ લાંબા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર,

(a) શૂન્ય હોય છે.

(b) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ ઘટતું જાય છે.

(c) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ વધતું જાય છે.

(d) બધાં બિંદુઓએ સમાન હોય છે.

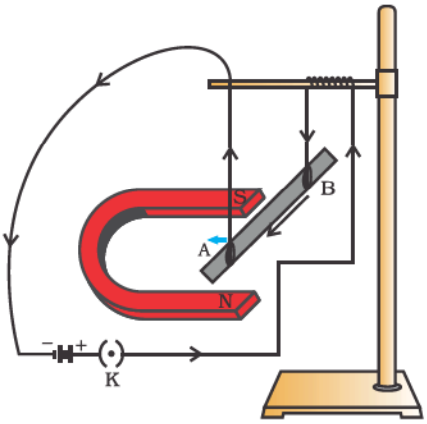
U6W3M7

13.3 ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ (Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field)

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે વાહકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રચે છે. આ રીતે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકની નજીક રાખેલા ચુંબક પર બળ લગાડે છે. ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્ડ્રે મેરી ઍમ્પિયર) (Andre Marie Ampere) (1775-1836) એ દર્શાવ્યું કે ચુંબક પણ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર સમાન મૂલ્યનું અને વિરુદ્ધ દિશામાં બળ લગાડે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે :

પ્રવૃત્તિ 13.7

- આકૃતિ 13.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક નાનો ઍલ્યુમિનિયમનો સળિયો AB (લગભગ 5 cm) લંબાઈનો લો. આકૃતિ (13.12)માં દર્શાવ્યા મુજબ બે વાહક તાર વડે તેને સમક્ષિતિજ રહે તે રીતે સ્ટૅન્ડ પરથી લટકાવો.
- એક પ્રબળ નાળચુંબકને એવી રીતે ગોઠવો કે સળિયો તેના બે ધ્રુવોની મધ્યમાં રહે તથા ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઊર્ધ્વ દિશામાં મળે. આ માટે ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની નીચે અને દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર રહે તે રીતે ગોઠવો. (આકૃતિ 13.12)
- ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને રિઓસ્ટેટ જોડો.
- હવે આ સળિયામાં B છેડાથી A છેડાની દિશામાં પ્રવાહ પસાર કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? સળિયો ડાબી તરફ ખસતો જણાશે. સળિયો સ્થાનાંતર પામે છે તે તમે નોંધી શકશો.
- સળિયામાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાવી સળિયાના સ્થાનાંતરની દિશા જુઓ. હવે તે જમણી તરફ છે. સળિયો કેમ સ્થાનાંતર પામે છે ?

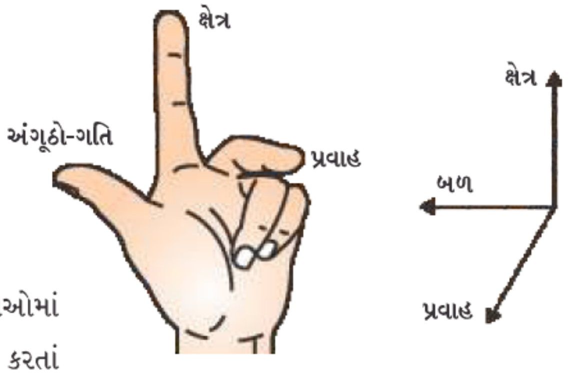


આકૃતિ 13.12 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયો AB: ચુંબકીય ક્ષેત્રને અને તેની લંબાઈને લંબ દિશામાં ચુંબકીય બળ અનુભવે છે. લોહચુંબકનો આધાર અહીં સરળતા ખાતર બતાવેલ નથી

ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં થતું સળિયાનું સ્થાનાંતર સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાને જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેના પર બળ લાગે છે. તે એમ પણ સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં બળની દિશા પણ ઊલટાય છે. હવે ચુંબકના બંને ધ્રુવોની અદલાબદલી કરી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શિરોલંબ નીચેની દિશામાં કરો. ફરીથી જોઈ શકાય છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયા પર લાગતા બળની દિશા ઊલટાય છે. આ દર્શાવે છે કે વાહક પર લાગતા બળની દિશા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તથા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પર આધાર રાખે છે. પ્રયોગો એવું દર્શાવે છે કે સળિયાનું સ્થાનાંતર ત્યારે મહત્તમ હોય છે (અથવા બળનું માન મહત્તમ હોય

છે) જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં આપણે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા શોધવા માટે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ.

પ્રવૃત્તિ 13.7માં આપણે ધારી લીધું હતું કે, વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પરસ્પર લંબ લીધેલ છે અને જણાયું છે કે બળ આ બંનેને લંબ દિશામાં હોય છે. આ ત્રણેય દિશાઓ એક સરળ નિયમ દ્વારા કે જેને ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથનો નિયમ કહે છે તેના વડે દર્શાવી શકાય છે. આ નિયમ પ્રમાણે તમારા ડાબા હાથનો અંગૂઠો, પ્રથમ આંગળી અને વચ્ચેની આંગળી આ ત્રણેયને એવી રીતે પ્રસારો કે જેથી તેઓ પરસ્પર લંબ રહે (આકૃતિ 13.13). જો પ્રથમ આંગળી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં હોય અને બીજી આંગળી વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં હોય તો અંગૂઠાની દિશા ગતિની દિશા અથવા વાહક પર લાગતા બળની દિશા દર્શાવે છે.



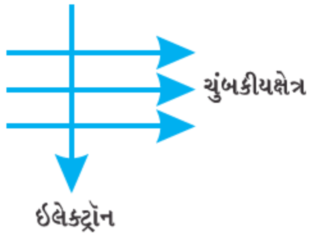
આકૃતિ 13.13
ફ્લૅમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર ધરાવતી રચનાઓમાં વિદ્યુતમોટર, વિદ્યુત જનરેટર, લાઉડ સ્પીકર, માઇક્રોફોન અને માપન કરતાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે વિદ્યુત–મોટર અને જનરેટર વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

ઉદાહરણ 13.2

આકૃતિ 13.14માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ઇલેક્ટ્રૉન ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે દાખલ થાય છે. ઇલેક્ટ્રૉન પર લાગતા બળની દિશા

(a) જમણી બાજુ હશે.
(b) ડાબી બાજુ હશે.
(c) પાનાની બહાર તરફની દિશામાં હશે.
(d) પાનાની અંદર તરફ જતી દિશામાં હશે.



આકૃતિ 13.14

ઉકેલ

ઉત્તર છે વિકલ્પ (d) બળની દિશાએ ફ્લૅમિંગના નિયમ મુજબ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને પ્રવાહ એમ બંને દિશાને લંબ દિશામાં હોય છે. યાદ કરો કે, પ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લીધી છે. આથી, બળ પાનાને લંબ અંદર તરફની દિશામાં હશે.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે એક પ્રોટોન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુક્ત રીતે ગતિ કરે છે ત્યારે નીચેના પૈકી કયો ગુણધર્મ બદલાશે ? (એક કરતાં વધુ સાચા જવાબ હોઈ શકે છે.)

   (a) દળ (b) ઝડપ

   (c) વેગ (d) વેગમાન

2. પ્રવૃત્તિ 13.7માં નીચેના કિસ્સામાં સળિયા ABના સ્થાનાંતર પર શું અસર થશે ? (i) સળિયા AB માંથી પસાર થતો પ્રવાહ વધે. (ii) વધુ પ્રબળ નાળચુંબકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે. (iii) સળિયા AB ની લંબાઈ વધારવામાં આવે.

3. પશ્ચિમ દિશામાં પ્રક્ષિપ્ત કરેલ ધન વિદ્યુતભારિત કણ (આલ્ફા-કણ)નું ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા ઉત્તર દિશામાં વિચલન થાય છે, તો ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા

   (a) દક્ષિણ તરફ છે. (b) પશ્ચિમ તરફ છે.

   (c) અધોદિશામાં છે. (d) ઊર્ધ્વદિશામાં છે.

વધુ જાણવા જેવું !

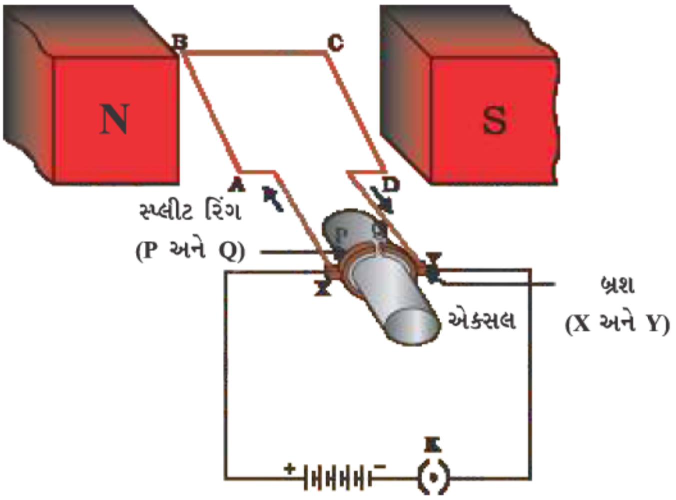
તબીબી ક્ષેત્રમાં ચુંબકત્વ

વિદ્યુતપ્રવાહ હંમેશાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણા શરીરના ચેતાકોષોમાં વહેતાં નબળાં આયન-પ્રવાહો પણ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણે કોઈક વસ્તુને સ્પર્શ કરીએ છીએ ત્યારે આપણી ચેતાઓ આપણે જે સ્નાયુઓનો ઉપયોગ કરીએ છીએ ત્યાં સુધી વિદ્યુતઆવેગને લઈ જાય છે. આ આવેગ ક્ષણિક ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આ ક્ષેત્રો ખૂબ જ નબળા અને આપણી પૃથ્વીના ચુંબકીય ક્ષેત્રના 100 કરોડમાં ભાગ જેટલા હોય છે. મનુષ્યના શરીરમાં બે મુખ્ય અંગ કે જેમાં ગણનાપાત્ર ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે તે અંગો હૃદય અને મગજ છે. શરીરમાં રહેલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર, શરીરના જુદા-જુદા ભાગોના પ્રતિબિંબ મેળવવા માટેનો આધાર રચે છે. આ જે તક્નિકની મદદથી કરવામાં આવે છે તેને મૅગ્નેટિક રેઝોનન્સ ઈમેજિંગ (MRI) કહે છે. આ પ્રતિબિંબોનું પૃથક્કરણ તબીબી નિદાનમાં મદદરૂપ છે. આમ, ચુંબકત્વના તબીબી ક્ષેત્રે મહત્ત્વના ઉપયોગ છે.

13.4 વિદ્યુતમોટર (Electric Motor)

વિદ્યુતમોટર એ એક ભ્રમણ કરતી એવી રચના છે, જે વિદ્યુતઊર્જાનું યાંત્રિકઊર્જામાં રૂપાંતર કરે છે. વિદ્યુતમોટર એ વિદ્યુતપંખા, રેફ્રિજરેટર, મિક્ષર, વૉશિંગ મશીન, કમ્પ્યૂટર, MP3 પ્લેયર વગેરેમાં વપરાતો મહત્ત્વનો ઘટક છે. શું તમે જાણો છો કે વિદ્યુતમોટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આકૃતિ 13.15માં બતાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુતમોટરમાં અવાહક આવરણ ધરાવતા તાંબાના તારનું લંબચોરસ ગૂંચળું ABCD આવેલું હોય છે. આ ગૂંચળાને ચુંબકીય ક્ષેત્રના બે ધ્રુવો વચ્ચે એવી રીતે મૂકવામાં આવે છે કે તેની AB અને CD ભૂજાઓ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ રહે. ગૂંચળાના બે છેડાઓને એક રિંગના બે અડધિયા (સ્પ્લીટ રિંગ) P અને Q સાથે જોડવામાં આવે છે. આ અડધિયાની અંદરની બાજુ અવાહક હોય છે અને ઍક્સલ (ધરી) સાથે જોડેલી હોય છે. P અને Q ની બહારની વાહક બાજુ આકૃતિ 13.15માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે સ્થાયી અને વાહક બ્રશ X અને Y સાથે સંપર્કમાં હોય છે.



આકૃતિ 13.15
સરળ વિદ્યુતમોટર

ઉદ્‌ગમ બૅટરીમાંથી આવતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગૂંચળા ABCDમાં બ્રશ X મારફત દાખલ થાય છે અને બ્રશ Y દ્વારા પુનઃ બૅટરી સુધી પહોંચે છે. અહીં નોંધો કે AB ભૂજામાં પ્રવાહ Aથી B અને CD ભૂજામાં પ્રવાહ Cથી D તરફ વહે છે, એટલે કે ભૂજા AB માંથી વહેતા પ્રવાહની વિરુદ્ધ દિશામાં વહે છે. ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથના નિયમ (જુઓ આકૃતિ 13.13)ની મદદથી ચુંબકીય બળની દિશા શોધી શકાય છે. આપણને જણાય છે કે AB ભૂજા પર લાગતું

બળ તેને અધોદિશામાં ધકેલે છે જ્યારે CD ભૂજા પર લાગતું બળ તેને ઊર્ધ્વદિશામાં ધકેલે છે. આમ, ગૂંચળું અને ઍક્સલ અક્ષની ફરતે મુક્ત ભ્રમણ કરી શકે છે અને તે વિષમઘડી દિશામાં ભ્રમણ કરે છે. અર્ધપરિભ્રમણ બાદ, Q બ્રશ X સાથે અને P બ્રશ Y સાથે સંપર્કમાં આવે છે. આથી ગૂંચળામાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાય છે અને DCBA માર્ગ પર વહે છે. પરિપથમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાવે તેવાં સાધનને દિશા-પરિવર્તક (કમ્યૂટેટર Commutator) કહે છે. વિદ્યુતમોટરમાં સ્પ્લીટ રિંગ કમ્યૂટેટર તરીકે કાર્ય કરે છે. વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાતાં ગૂંચળાની ભૂજાઓ AB અને CD પર લાગતાં બળોની દિશા પણ ઊલટાય છે. આમ, ગૂંચળાની ભૂજા AB પર અગાઉ અધોદિશામાં બળ લાગતું હતું, હવે ઊર્ધ્વદિશામાં લાગે છે અને ગૂંચળાની ભૂજા CD પર અગાઉ ઊર્ધ્વદિશામાં બળ લાગતું હતું, હવે અધોદિશામાં લાગે છે. આથી, ગૂંચળું અને ઍક્સલ બીજું અર્ધ પરિભ્રમણ એ જ દિશામાં પૂરું કરે છે. વિદ્યુતપ્રવાહ ઊલટાવાની આ ક્રિયા દર અર્ધ પરિભ્રમણે પુનરાવર્તિત થાય છે, જે ગૂંચળા અને ઍક્સલનું સતત ભ્રમણ ચાલુ રાખે છે.

ઔદ્યોગિક મોટરમાં (i) કાયમી ચુંબકના સ્થાને ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટ (ii) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળામાં ખૂબ જ વધારે સંખ્યાના આંટાઓ અને (iii) નરમ લોખંડના ગર્ભ પર ગૂંચળાને વીંટાળેલું હોય છે. નરમ લોખંડનો ગર્ભ કે જેના પર ગૂંચળું વીંટાળેલું હોય તે તથા ગૂંચળાને સંયુક્ત રીતે આર્મેચર (armature) કહે છે. જેના દ્વારા મોટરના પાવરમાં વૃદ્ધિ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથના નિયમનું વિધાન લખો.
2. વિદ્યુતમોટરનો સિદ્ધાંત શું છે ?
3. વિદ્યુતમોટરમાં સ્પ્લીટ રિંગની ભૂમિકા શું છે ?

13.5 વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ (Electromagnetic Induction)

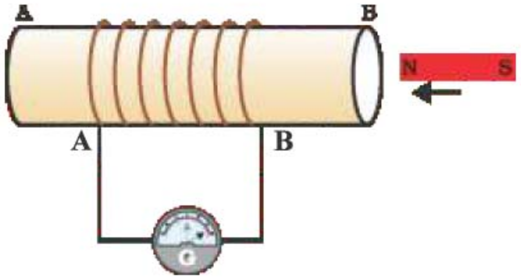
D3Y1S1

આપણે શીખી ગયાં કે જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં એવી રીતે રાખવામાં આવે કે વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે હોય ત્યારે તે વાહક, બળ અનુભવે છે. આ બળના કારણે વાહક ગતિ કરે છે. હવે એવી પરિસ્થિતિનો વિચાર કરીએ કે વાહક ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે અથવા સ્થિર વાહકની આસપાસનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર બદલાય. આ સ્થિતિમાં શું થશે ? આનો સર્વપ્રથમ અભ્યાસ અંગ્રેજ ભૌતિકશાસ્ત્રી માઈકલ ફેરેડે એ કર્યો હતો. 1831માં ફેરેડે એ ગતિમાન ચુંબક દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહ કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય તે શોધી મહત્ત્વનું કાર્ય કર્યું. આ અસરને જોવા ચાલો નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.8

- AB તારનું ગૂંચળું લો કે જેને ઘણા આંટાઓ હોય.
- આ ગૂંચળાના છેડાઓને આકૃતિ 13.16માં દર્શાવ્યા મુજબ ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડો.
- એક પ્રબળ ગજિયો ચુંબક લો અને તેનો ઉત્તર ધ્રુવ ગૂંચળાના B છેડા તરફ રહે તે રીતે તેને ગતિ આપો. તમને ગૅલ્વેનોમિટરના દર્શકમાં કોઈ ફેરફાર દેખાય છે ?

- ગૅલ્વેનોમિટરમાં દર્શકનું ક્ષણિક આવર્તન મળે છે (ધારો કે જમણી તરફ). જે ગૂંચળા AB માં વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરીનું સૂચન કરે છે. જે ક્ષણે ચુંબકની ગતિ બંધ કરવામાં આવે છે તે ક્ષણે આવર્તન શૂન્ય થાય છે.
- હવે ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવને ગૂંચળાથી દૂરની તરફ ખેંચી લો. ગૅલ્વેનોમિટરમાં ડાબી બાજુ આવર્તન મળે છે. જે દર્શાવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહ અગાઉ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં ઉદ્દભવે છે.
- ચુંબકને તેનો ઉત્તર ધ્રુવ ગૂંચળા તરફ રહે તે રીતે B છેડા પાસે સ્થિર કરો. આપણે જોઈએ છીએ કે જ્યારે ગૂંચળાને ચુંબક તરફ ગતિ આપવામાં આવે છે ત્યારે દર્શક જમણી તરફ આવર્તન દર્શાવે છે, એ જ રીતે જ્યારે ગૂંચળાને ચુંબકથી દૂર તરફ ગતિ આપવામાં આવે છે ત્યારે દર્શક ડાબી તરફ આવર્તન બતાવે છે.
- જ્યારે ગૂંચળાને ચુંબકની સાપેક્ષ સ્થિર રાખવામાં આવે છે ત્યારે ગૅલ્વેનોમિટરનું આવર્તન ઘટીને શૂન્ય થઈ જાય છે. આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ તારવશો ?



આકૃતિ 13.16
ચુંબકને ગૂંચળા તરફ ગતિ કરાવતાં તે ગૂંચળાના પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. જે ગૅલ્વેનોમિટરની સોયના કોણવર્તન દ્વારા દર્શાવાય છે

ગૅલ્વેનોમીટર એક એવી રચના છે કે જે પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરીની પરખ કરે છે. તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો ન હોય ત્યારે દર્શક (સોય) શૂન્ય (સ્કેલના મધ્યમાં) પર રહે છે. જ્યારે તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રસાર થાય છે ત્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પર આધારિત તે શૂન્ય આંકની ડાબી અથવા જમણી તરફ આવર્તન દર્શાવે છે.

તમે એ પણ ચકાસી શકો છો કે જો ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવને ગૂંચળા તરફ રાખી ઉપરનો પ્રયોગ કરવામાં આવે તો ગૅલ્વેનોમિટરના દર્શકનું (સોયનું) મળતું આવર્તન અગાઉ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે. જ્યારે ગૂંચળું અને ચુંબક બંને સ્થિર હોય ત્યારે ગૅલ્વેનોમિટરમાં આવર્તન મળતું નથી. આ પ્રવૃત્તિ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે ચુંબકની ગૂંચળાને સાપેક્ષ ગતિ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પ્રેરિત કરે છે, જેના કારણે પરિપથમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહ રચાય છે.

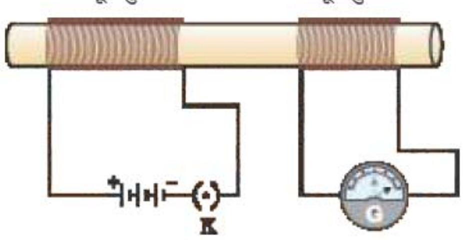
માઈકલ ફેરેડે (Michael Faraday) (1791-1867)

માઈકલ ફેરેડે પ્રયોગકારી ભૌતિકશાસ્ત્રી હતા. તેમની પાસે કોઈ ઔપચારિક શિક્ષણ ન હતું. પ્રારંભનાં વર્ષોમાં તે બુક-બાઈન્ડિંગની દુકાનમાં કામ કરતા હતા. જે પુસ્તકો બાઈન્ડિંગ માટે આવે તે વાંચતા હતા. આ રીતે ફેરેડે એ એમના વિજ્ઞાનમાં રસને આગળ ધપાવ્યો હતો. તેમને રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટના હંફ્રી ડેવીના કેટલાક જાહેર પ્રવચનો સાંભળવાની તક મળી હતી. તેઓ ડેવીના વક્તવ્યોની કાળજીપૂર્વક નોંધ કરતા અને તે ડેવીને મોકલતા હતા. તેમને તરત જ રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટમાં ડેવીની પ્રયોગશાળામાં આસિસ્ટન્ટ બનાવવામાં આવ્યા. ફેરેડે એ ઘણી અવનવી શોધો કરી, જેમાં વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અને વિદ્યુત પૃથક્કરણના નિયમોનો સમાવેશ થાય છે. ઘણી યુનિવર્સિટીઓએ તેમને માનદ પદવીઓ આપવાની ઑફર કરી હતી પરંતુ તેમણે તે નકારી હતી. ફેરેડેને બહુમાન કરતાં તેમના વિજ્ઞાનના કાર્ય વધુ પ્રિય હતા.

હવે આપણે પ્રવૃત્તિ 13.8માં કંઈક પરિવર્તન કરીએ કે જેમાં ગતિમાન ચુંબકને સ્થાને વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળું લઈએ અને તેમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય બદલી શકાય.

પ્રવૃત્તિ 13.9

- તાંબાના તારના બે ગૂંચળા લો કે જેમાં આંટાની સંખ્યા ખૂબ જ વધારે હોય (ધારો કે 50 અને 100 આંટાઓ) આ ગૂંચળાઓને આકૃતિ 13.17માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એ અવાહક નળાકાર રોલ પર દાખલ કરો. (તમે આ માટે જાડા પેપર રોલનો ઉપયોગ કરી શકો.)
- જેમાં આંટાઓની સંખ્યા વધુ છે તે ગૂંચળા-1 ને બૅટરી અને પ્લગ કળ સાથે શ્રેણીમાં જોડો તથા બીજા ગૂંચળા-2 ને દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડો.
- કળમાં પ્લગ મૂકો. ગૅલ્વેનોમિટરનું અવલોકન કરો. શું તેનો દર્શક કોઈ કોણાવર્તન દર્શાવે છે ? તમે જોશો કે ગૅલ્વેનોમિટરની સોય ક્ષણિક એક દિશામાં આવર્તન અનુભવી તે જ ઝડપથી ફરી શૂન્ય પર આવી જાય છે. તે ગૂંચળા-2 માં ઉત્પન્ન થતા ક્ષણિક વિદ્યુતપ્રવાહનું સૂચન કરે છે.
- ગૂંચળા-1નું બૅટરીથી જોડાણ દૂર કરો. તમે જોશો કે દર્શક ક્ષણિક આવર્તન અનુભવશે, પરંતુ તે વિરુદ્ધ દિશામાં હશે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવે ગૂંચળા-2 માં વહેતો પ્રવાહ વિરુદ્ધ દિશામાં હશે.

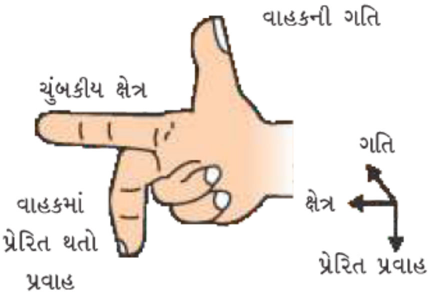


આકૃતિ 13.17
ગૂંચળા-1માંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરતાં ગૂંચળા-2માં પ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે ગૂંચળા-1માં જેવો વિદ્યુતપ્રવાહ કોઈ અચળ મૂલ્ય ધારણ કરે કે શૂન્ય થાય કે તરત ગૂંચળા-2 સાથે જોડેલ ગૅલ્વેનોમિટર કોઈ આવર્તન દર્શાવતું નથી.

આ અવલોકનો પરથી આપણે એ નિષ્કર્ષ કાઢી શકીએ કે, જ્યારે પણ ગૂંચળા-1માંથી વહેતા વિદ્યુતવાહકના મૂલ્યમાં ફેરફાર થાય છે (પ્રવાહ વહેવાનો ચાલુ થાય કે બંધ થાય) ત્યારે ગૂંચળા-2માં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પ્રેરિત થાય છે. ગૂંચળા-1 ને પ્રાથમિક ગૂંચળું તથા ગૂંચળા-2 ને ગૌણ ગૂંચળું કહે છે. જેવો પ્રથમ ગૂંચળામાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર થાય છે કે તરત તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પણ ફેરફાર થાય છે. તેથી બીજા ગૂંચળાની આજુબાજુ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં ફેરફાર થવાને કારણે તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે. આ પ્રક્રિયા કે જેના દ્વારા કોઈ વાહકના બદલાતા જતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે અન્ય વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહપ્રેરિત થાય છે તેને વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ કહે છે. વ્યવહારમાં આપણે કોઈ ગૂંચળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કાં તો કોઈ ચુંબક ક્ષેત્રમાં ગતિ કરાવીને તે અથવા તેની આજુબાજુ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફેરફાર કરીને, પ્રેરિત કરી શકીએ છીએ મોટા ભાગની પરિસ્થિતિઓમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંચળાને ગતિ કરવી વધારે સગવડ ભરી છે.

જ્યારે ગૂંચળાની ગતિની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબરૂપે હોય છે ત્યારે ગૂંચળામાં ઉત્પન્ન થતો પ્રેરિત પ્રવાહ મહત્તમ જણાય છે. આ સ્થિતિમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા શોધવા માટે આપણે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ. આ નિયમ અનુસાર, જમણા હાથની તર્જની (પ્રથમ આંગળી), મધ્યમાન આંગળી તથા અંગૂઠાને આકૃતિ 13.18માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એવી રીતે પ્રસારો કે ત્રણેય એકબીજાને લંબ રહે. જો તર્જની ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાનું સૂચન કરતી હોય તથા અંગૂઠો વાહકની ગતિની દિશાનું સૂચન કરતો હોય તો મધ્યમા આંગળી પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર્શાવે છે આ સરળ નિયમને ફ્લૅમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ કહે છે.



આકૃતિ 13.18
ફ્લૅમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ

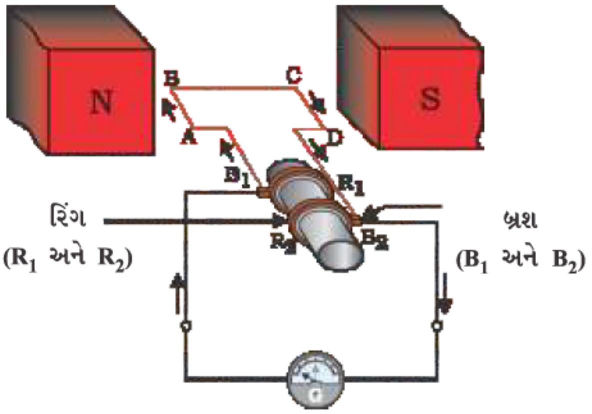
પ્રશ્ન

1. કોઈ ગૂંચળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત કરવાની જુદી–જુદી રીતો જણાવો.

13.6 વિદ્યુત જનરેટર (Electric Generator)

વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણની ઘટના પર આધારિત જે પ્રયોગોનો આપણે અગાઉ અભ્યાસ કર્યો તેમાં ખૂબ નાના મૂલ્યનો વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. આ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ ઘર તેમજ ઉદ્યોગોમાં વપરાતા મોટા મૂલ્યના વિદ્યુતપ્રવાહો ઉત્પન્ન કરવા માટે પણ કરવામાં આવે છે. વિદ્યુત જનરેટરમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરાવવા યાંત્રિકઊર્જા વપરાય છે.

વિદ્યુત જનરેટરમાં આકૃતિ 13.19 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિભ્રમણ કરતું એક લંબચોરસ ગૂંચળું ABCD એક કાયમી ચુંબકના બે ધ્રુવો વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે. ગૂંચળાના બે છેડા રિંગ R_1 અને R_2 સાથે જોડવામાં આવે છે. રિંગની અંદરની બાજુઓ અવાહક કરેલી હોય છે. બે સ્થિર વાહક બ્રશ B_1 અને B_2 ને બંને રિંગ R_1 અને R_2 સાથે દબાણથી સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે. બંને રિંગ R_1 અને R_2ને આંતરિક રીતે એક ધરી (axle) સાથે જોડેલ હોય છે. આ ધરીને બહારથી યાંત્રિક રીતે પરિભ્રમણ કરાવવાથી ગૂંચળું ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરે છે. બંને બ્રશના બહારના છેડાઓને ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડવામાં આવે છે, જે બાહ્ય પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ દર્શાવે છે.



આકૃતિ 13.19
વિદ્યુત જનરેટરના સિદ્ધાંતનું નિદર્શન

હવે બંને રિંગ સાથે જોડાયેલી ધરીને એવી રીતે પરિભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે કે જેથી કાયમી ચુંબક દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં AB ભૂજા ઉપરની તરફ ગતિ કરે (અને CD ભૂજા નીચેની તરફ ગતિ કરે). ધારો કે આકૃતિ 13.19માં દર્શાવેલ ગોઠવણીમાં ગૂંચળું ABCD સમઘડીમાં પરિભ્રમણ કરે છે. ફ્લેમિંગના જમણા હાથના નિયમ પ્રમાણે ગૂંચળાની ભૂજાઓમાં પ્રેરિત પ્રવાહ AB અને CD દિશાઓમાં ઉત્પન્ન થાય છે. આમ, ગૂંચળામાં ABCD દિશામાં પ્રવાહ વહે છે. જો ગૂંચળામાં આંટાઓની સંખ્યા વધારે હોય તો તે દરેક આંટામાં ઉત્પન્ન થયેલ પ્રવાહોનો સરવાળો થઈ ગૂંચળામાં મોટો પ્રવાહ મળે છે. આનો અર્થ એ છે કે બાહ્ય પરિપથમાં પ્રવાહ B_2 થી B_1 તરફ વહે છે.

અર્ધચક્ર પછી CD ભૂજા ઉપરની તરફ અને AB ભૂજા નીચેની તરફ ગતિ કરવા માંડે છે. પરિણામે બંને બાજુઓમાં ઉત્પન્ન થતા પ્રેરિત પ્રવાહોની દિશા બદલાય છે અને પરિણામે પ્રેરિત પ્રવાહ DCBA તરફ વહે છે. હવે બાહ્ય પરિપથમાં પ્રેરિત પ્રવાહ B_1 થી B_2 તરફ વહે છે. આમ, પ્રત્યેક અર્ધ પરિભ્રમણ પછી પ્રવાહના ધ્રુવત્વ (polarity) અનુરૂપ બાજુઓમાં બદલાય છે. આવો પ્રવાહ કે જે સમાન સમયગાળા પછી દિશા બદલે છે તેને ઊલટસૂલટ (ઓલ્ટરનેટિંગ પ્રવાહ) (ટૂંકમાં AC) કહે છે. આ રચનાને AC જનરેટર કહે છે.

એકદિશ પ્રવાહ (DC, કે જે સમય સાથે દિશા બદલતો નથી) મેળવવા માટે વિભાજિત રિંગ (સ્પ્લીટ રિંગ) જેવા કમ્યૂટેટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રકારની ગોઠવણમાં એક બ્રશ એ હંમેશાં બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ઉપરની દિશામાં ગતિ કરતી બાજુના સંપર્કમાં રહે છે અને બીજું બ્રશ હંમેશાં નીચેની દિશામાં ગતિ કરતી બાજુના સંપર્કમાં રહે છે. આપણે સ્પ્લીટ રિંગ કમ્યૂટેટરનું કાર્ય વિદ્યુતમોટર (આકૃતિ 13.15)ના કિસ્સામાં જોયેલું છે. આમ, એક દિશામાં વહેતો પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. આવું જનરેટર DC જનરેટર કહેવાય છે.

એક દિશા (direct) અને ઊલટસૂલટ (alternating) પ્રવાહ વચ્ચેનો તફાવત એ છે કે, એકદિશ પ્રવાહ હંમેશાં એક દિશામાં વહે છે, જ્યારે ઊલટસૂલટ પ્રવાહ તેની દિશા સમયાંતરે ઊલટાવે છે. હાલના સમયમાં રચાયેલા મોટા ભાગના પાવર સ્ટેશન AC વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરે છે. ભારતમાં AC વિદ્યુતપ્રવાહ દર 1/100 સેકન્ડે દિશા બદલે છે. એટલે કે AC વિદ્યુતપ્રવાહની આવૃત્તિ 50 Hz છે DC વિદ્યુતપ્રવાહ કરતાં AC વિદ્યુતપ્રવાહનો મહત્ત્વનો ફાયદો એ છે કે ઊર્જાના વધારે વ્યય વિના વિદ્યુતપાવર દૂરના અંતર સુધી મોકલી શકાય છે.

પ્રશ્નો

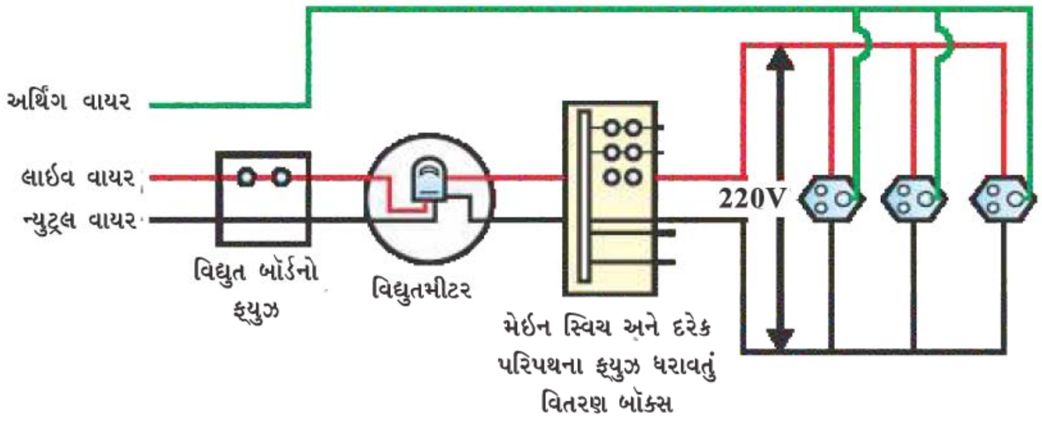
1. ઇલેક્ટ્રિક જનરેટરનો સિદ્ધાંત જણાવો.
2. એકદિશ પ્રવાહ (DC પ્રવાહ)ના કેટલાક સ્રોતનાં નામ આપો.
3. કયો સ્રોત ઊલટસૂલટ પ્રવાહ (AC પ્રવાહ) ઉત્પન્ન કરે છે ?
4. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.
   તાંબાના તારનું એક લંબચોરસ ગૂંચળું ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરે છે તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર ...... પછી બદલાય છે.
   (a) બે ભ્રમણ (b) એક ભ્રમણ
   (c) અડધા ભ્રમણ (d) એક ચતુર્થાંશ

13.7 ઘરેલુ વિદ્યુત-પરિપથો (Domestic Electric Circuits)

C2D8H7

આપણે આપણા ઘરોમાં વિદ્યુતપાવર મુખ્ય સપ્લાય (જેને મેઇન્સ પણ કહે છે) કે જે ઓવરહેડ ટેકવેલ વિદ્યુતના થાંભલા અથવા ભૂમિગત કેબલો દ્વારા પ્રાપ્ત કરીએ છીએ. સપ્લાયમાં રહેલા વાયરો પૈકી એક વાયર પર લાલ અવાહક આવરણ લગાડેલ છે, તેને લાઇવ (જીવંત) વાયર (અથવા Positive) કહે છે. બીજો વાયર કે જેની પર કાળુ અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તેને ન્યુટ્રલ (neutral) વાયર (અથવા negative) કહે છે. આપણા દેશમાં આ બે વાયરો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 220V હોય છે.

ઘરમાં લગાડેલ મીટર-બૉર્ડમાં આ વાયરો મુખ્ય ફ્યુઝમાંથી પસાર થઈ એક વિદ્યુતમીટરમાં દાખલ થાય છે. તેમને મેઇન સ્વિચમાંથી પસાર કરી ઘરના લાઇન વાયરો સાથે જોડવામાં આવે છે. આ વાયરો ઘરમાં જુદાં–જુદાં પરિપથોને વિદ્યુતઊર્જા પૂરી પાડે છે. ઘણી વાર ઘરોમાં બે અલગ પરિપથ હોય છે. એક 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ ગિઝર, એરકૂલર વગેરે જેવા વધુ પાવર રેટિંગ ધરાવતા વિદ્યુત ઉપકરણો માટે વપરાય છે. જ્યારે બીજો 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ બલ્બ, પંખા વગેરે જેવાં સાધનો માટે વપરાય છે. જેના પર લીલા કલરનું અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તે અર્થિંગ વાયર મોટે ભાગે ઘરની નજીક જમીનમાં ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. આ તારનો ઉપયોગ મોટે ભાગે ઇલેક્ટ્રિક ઈસ્ત્રી, ટોસ્ટર, ટેબલ ફેન, રેફ્રિજરેટર વગેરે ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં વિદ્યુત સાધનોમાં સુરક્ષાના ઉપાય સંદર્ભે કરવામાં આવે છે. આ અર્થિંગ વાયરને આવાં સાધનોની ધાતુની સપાટી સાથે જોડવામાં આવે છે જે વિદ્યુતપ્રવાહ માટે ઓછા અવરોધનો વહન-પથ પૂરો પાડે છે. આમ, ઉપકરણના ધાતુના આવરણ પર કોઈ પ્રવાહનો લીકેજ થાય તો તે અર્થિંગ દ્વારા સીધો જમીનમાં જાય અને સાધનનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન જમીનના વિદ્યુતસ્થિતિમાન જેટલું જાળવે છે અને પરિણામ સ્વરૂપ સાધનનો ઉપયોગ કરતા વ્યક્તિને તીવ્ર વિદ્યુત આંચકો (shock) લાગતો નથી.



આકૃતિ 13.20 એક સામાન્ય ઘરેલુ પરિપથનું રેખાચિત્ર

આકૃતિ 13.20માં એક સામાન્ય ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથનું રેખાચિત્ર દર્શાવેલ છે. દરેક અલગ પરિપથમાં અલગ–અલગ ઉપકરણો લાઈવ અને ન્યુટ્રલ વાયરો વચ્ચે જોડવામાં આવે છે. દરેક ઉપકરણોને અલગ ON/OFF સ્વિચ હોય છે, જેથી ઈચ્છાનુસાર તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી શકાય. દરેક ઉપકરણને સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત મળે તે માટે તેમને એકબીજા સાથે સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

બધાં ઘરેલું પરિપથોમાં વિદ્યુત ફ્યુઝ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક છે. અગાઉના પ્રકરણમાં (વિભાગ 12.7 જુઓ.) આપણે વિદ્યુત ફ્યુઝનો સિદ્ધાંત તેમજ કાર્યપદ્ધતિનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. વિદ્યુત–પરિપથમાં લગાડેલ ફ્યુઝ દ્વારા પરિપથ તથા ઉપકરણને ઓવરલોડિંગ (Over loading)થી થતા નુકસાનથી બચાવી શકાય છે. જ્યારે લાઇવ વાયર અને ન્યુટ્રલ વાયર બંને એકબીજા સાથે સીધા સંપર્કમાં આવે ત્યારે ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે (આ ત્યારે બને છે જ્યારે બંને વાયરો પરનું અવાહક આવરણ નુકસાન પામેલ હોય અથવા સાધનમાં કોઈ ક્ષતિ હોય). આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ અચાનક ખૂબ જ વધી જાય છે. તેને શૉર્ટસર્કિટ (Short Circuit) કહે છે. વિદ્યુત ફ્યુઝનો ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથ તથા વિદ્યુત ઉપકરણમાં વહેતા અનિચ્છનીય ઉચ્ચ વિદ્યુતપ્રવાહને અટકાવી સંભવિત નુકસાનથી બચાવે છે. તેના દ્વારા ફ્યુઝમાં ઉત્પન્ન થતી જૂલ ઉષ્મા (Joule heating) ફ્યુઝને ઓગાળી નાખે છે. જેથી વિદ્યુત-પરિપથ તૂટી જાય છે. સપ્લાય વોલ્ટેજમાં અચાનક વધારાને કારણે પણ ક્યારેક ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે. ક્યારેક-ક્યારેક એક જ સૉકેટમાં વધારે વિદ્યુત ઉપકરણો જોડવાથી પણ ઓવરલોડિંગ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત-પરિપથો તથા ઉપકરણોમાં સામાન્ય રીતે વપરાતા બે સુરક્ષા ઉપાયોના નામ લખો.
2. 2 kW પાવર રેટિંગ ધરાવતું એક ઇલેક્ટ્રિક ઓવન 5 Aનું પ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતા ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથ (220 V)માં વાપરવામાં આવે છે. આ પરિપથમાં તમે કયાં પરિણામોની અપેક્ષા રાખો છો ? સમજાવો.
3. ઘરેલું વિદ્યુત-પરિપથોમાં ઓવરલોડિંગને નિવારવા માટે કઈ સાવધાની રાખવી જોઈએ ?

તમે શીખ્યાં કે

- હોકાયંત્રની સોય એક નાનું ચુંબક છે. તેનો એક છેડો જે ઉત્તર દિશામાં રહે છે, તેને ઉત્તર ધ્રુવ તથા બીજો છેડો જે દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે.
- ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જેમાં તે ચુંબકના બળને પરખી શકાય છે.
- કોઈ ચુંબકીય ક્ષેત્રના નિરૂપણ માટે ક્ષેત્રરેખાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ક્ષેત્રરેખા એ એવા પથ છે કે જેના પર કાલ્પનિક મુક્ત ઉત્તર ધ્રુવ ગતિ કરવાની વર્તણૂક ધરાવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રના કોઈ બિંદુ પાસે ક્ષેત્રની દિશા તે બિંદુ પાસે રાખેલ ઉત્તર ધ્રુવની ગતિની દિશા દ્વારા દર્શાવાય છે. જ્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધુ પ્રબળ હોય છે ત્યાં ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજાની વધુ નજીક દર્શાવાય છે.
- કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ધાતુના તાર સાથે એક ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંકળાયેલ હોય છે. તારની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ અનેક સમકેન્દ્રિત વર્તુળોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેની દિશા જમણા હાથના નિયમથી અપાય છે.
- વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે તેની આસપાસ મળતી ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત વાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગજિયા ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્ર જેવું જ હોય છે.
- વિદ્યુત-ચુંબકમાં નરમ લોખંડનો ગર્ભ (core) હોય છે જેની આસપાસ અવાહક આવરણ ધરાવતાં તાંબાના તારનું ગૂંચળું વીંટાળેલ હોય છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકતાં તે બળ અનુભવે છે. જ્યારે ક્ષેત્રની દિશા અને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પરસ્પર લંબ હોય ત્યારે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા બંનેને લંબ હોય છે અને તે ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથના નિયમથી અપાય છે. તે વિદ્યુતમોટરનો આધાર છે. વિદ્યુતમોટર એક એવી રચના છે કે જેની મદદથી વિદ્યુતઊર્જાનું યાંત્રિકઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરી શકાય છે.
- વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ એવી ઘટના છે કે જેમાં સમય સાથે બદલાતાં જતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખેલા કોઈ ગૂંચળામાં પ્રેરિત પ્રવાહ ઉત્પન્ન થતો હોય. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગૂંચળા અને ગૂંચળાની નજીક રાખેલ ચુંબક વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિને કારણે પણ બદલાય છે. જો ગૂંચળાને વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકની નજીક રાખેલ હોય તો ચુંબકીય ક્ષેત્ર કાં તો વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવાથી અથવા વાહક અને ગૂંચળા વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિને કારણે બદલાય છે. પ્રેરિત પ્રવાહની દિશા ફ્લૅમિંગના જમણા હાથના નિયમની મદદથી આપી શકાય છે.
- જનરેટર યાંત્રિકઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરે છે. તે વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.
- આપણે આપણા ઘરોમાં 220 Vના વિદ્યુત દબાણે AC વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્ત કરીએ છીએ જેની આવૃત્તિ 50 Hz છે. સપ્લાયમાં રહેલ એક તાર લાલ અવાહક આવરણવાળો હોય છે, જેને live વાયર કહે છે. જ્યારે બીજો કાળા અવાહક આવરણવાળો હોય છે જેને neutral વાયર કહે છે. આ બે વાયરો વચ્ચે 220 Vનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત હોય છે. ત્રીજો અર્થિંગ વાયર હોય છે, જે લીલું અવાહક આવરણ ધરાવે છે અને તેને જમીનની અંદર ઊંડે રાખેલ ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં ઉપકરણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહના લીકેજને કારણે તેનો ઉપયોગ કરનારને ગંભીર આંચકાથી બચાવવા માટે તે ઉપયોગી છે.
- શૉર્ટસર્કિટ અથવા ઓવર લોડિંગને કારણે થતા નુકસાનથી પરિપથને બચાવવા માટે ફ્યુઝ ખૂબ જ ઉપયોગી સલામતી માટેનું ઉપકરણ છે.

સ્વાધ્યાય

L3H8P6

1. લાંબા (વિદ્યુતપ્રવાહધારિત) સુરેખ તાર નજીક ચુંબકીયક્ષેત્ર માટે નીચેનામાંથી કયું (વિધાન) સાચું છે ?
   (a) ક્ષેત્ર તારને લંબ એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.
   (b) ક્ષેત્ર તારને સમાંતર એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.
   (c) ક્ષેત્ર તારમાંથી ઉદ્ભવતી ત્રિજ્યાવર્તી રેખાઓનું બનેલું છે.
   (d) ક્ષેત્ર તાર પર કેન્દ્ર ધરાવતા સમકેન્દ્રિય વર્તુળોનું બનેલું છે.
2. વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણની ઘટના એ
   (a) પદાર્થને વિદ્યુતભારિત કરવાની પ્રક્રિયા છે.
   (b) કૉઇલ (ગૂંચળા)માંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી તેનાથી ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયા છે.
   (c) ચુંબક અને કૉઇલ (ગૂંચળા) વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિથી પ્રેરિત પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયા છે.
   (d) ઇલેક્ટ્રિક મોટરની કૉઇલને ભ્રમણ કરાવવાની પ્રક્રિયા છે.
3. વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવા વપરાતા સાધનને .... કહે છે.
   (a) જનરેટર (b) ગૅલ્વેનોમિટર (c) એમીટર (d) મોટર
4. AC જનરેટર અને DC જનરેટર વચ્ચેનો મૂળ તફાવત એ છે કે,
   (a) AC જનરેટરમાં ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ હોય છે જ્યારે DC જનરેટરમાં કાયમી ચુંબક હોય છે.
   (b) DC જનરેટર ઊંચો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
   (c) AC જનરેટર ઊંચો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
   (d) AC જનરેટરમાં સ્લીપ રિંગ હોય છે, જ્યારે DC જનરેટરમાં કમ્યૂટેટર હોય છે.
5. શૉર્ટસર્કિટ વખતે સર્કિટમાં વિદ્યુતપ્રવાહ
   (a) ખૂબ જ ઘટી જાય છે. (b) બદલાતો નથી.
   (c) ખૂબ વધી જાય છે. (d) સતત બદલાય છે.
6. નીચેનાં વિધાન સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો :
   (a) ઇલેક્ટ્રિક મોટર યાંત્રિકઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરે છે.
   (b) ઇલેક્ટ્રિક જનરેટર વિદ્યુત-ચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.
   (c) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લાંબી વર્તુળાકાર કૉઇલ (ગૂંચળા)ના કેન્દ્ર પરનું (ચુંબકીય) ક્ષેત્ર સમાંતર સુરેખ રેખાઓ હોય છે.
   (d) વિદ્યુત પુરવઠામાં લીલા રંગનું અવાહક પડ ધરાવતો વાયર સામાન્ય રીતે લાઇવ વાયર હોય છે.
7. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા માટેની બે રીતો લખો.

8. સોલેનોઇડ ચુંબક તરીકે કેવી રીતે વર્તે છે ? શું તમે ગજિયા ચુંબકની મદદથી વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો (ચુંબકીય) ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવ શોધી શકો ? સમજાવો.

9. ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક ક્યારે સૌથી વધુ બળ અનુભવશે ?

10. ધારો કે તમે એક રૂમમાં એક દીવાલના ટેકે બેઠા છો. પ્રબળ ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે તમારી પાછળની દિશામાંથી આગળની દીવાલ તરફ આવતું સમક્ષિતિજ ઇલેક્ટ્રૉનનું કિરણજૂથ તમારી જમણી બાજુની દિશામાં ફંટાય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

11. વિદ્યુતમોટરની નામનિર્દેશવાળી આકૃતિ દોરો. તેનો સિદ્ધાંત અને કાર્ય સમજાવો. વિદ્યુતમોટરમાં સ્પ્લીટ રિંગનું કાર્ય શું છે ?

12. જે સાધનોમાં વિદ્યુતમોટર વપરાતી હોય તેવાં થોડાં સાધનોનાં નામ આપો.

13. તાંબાનું અવાહક આવરણ ધરાવતા વાયરના ગૂંચળાને ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડવામાં આવ્યું છે. જો ગજિયા ચુંબકને (1) ગૂંચળાની અંદર ધકેલીએ (2) ગૂંચળામાંથી બહાર કાઢીએ અને (3) ગૂંચળાની અંદર સ્થિર રાખીએ તો (ગૅલ્વેનોમિટરમાં) શું થશે ?

14. બે વર્તુળાકાર ગૂંચળા (કૉઇલ) A અને B એકબીજાથી નજીક ગોઠવવામાં આવેલ છે. જો કૉઇલ Aમાંથી પસાર થતા પ્રવાહને બદલવામાં આવે તો, શું ગૂંચળા Bમાં પ્રેરિત પ્રવાહ ઉદ્ભવશે ? કારણ આપો.

15. (1) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ વાહક તારની આસપાસ ઉત્પન્ન થતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

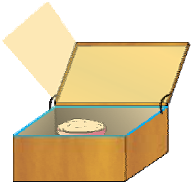
(2) ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબ મૂકેલા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક તાર વડે અનુભવાતા બળની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

(3) ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંચળાને ભ્રમણ કરાવતા તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

16. નામનિર્દેશવાળી આકૃતિ દોરી વિદ્યુત જનરેટરની અંતર્ગત રહેલો સિદ્ધાંત અને તેનું કાર્ય સમજાવો. બ્રશનું કાર્ય શું છે ?

17. વિદ્યુત શૉર્ટસર્કિટ ક્યારે થાય છે ?

18. અર્થિંગ વાયરનું કાર્ય શું છે ? ધાતુના સાધનને અર્થિંગ કરવું કેમ જરૂરી છે ?



પ્રકરણ 14
ઊર્જાના સ્રોતો
(Sources of Energy)

P4U5X8

ધોરણ IXમાં આપણે શીખ્યાં હતાં કે ભૌતિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કુલ ઊર્જાનું સંરક્ષણ થાય છે. તો પછી આપણે કેમ ઊર્જાસંકટ વિશે આટલું બધું સાંભળતા રહીએ છીએ ? જો ઊર્જાને ના તો ઉત્પન્ન કરી શકાય, ના તો નષ્ટ કરી શકાય, તો આપણને કોઈ ચિંતા હોવી જોઈએ નહિ ! આપણે ઊર્જાનાં સંસાધનોની ચિંતા કર્યા વિના અમર્યાદિત પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટે સક્ષમ હોવા જોઈએ !

જો આપણે યાદ કરીએ કે આપણે ઊર્જા વિશે આનાથી વધારે બીજું શું-શું શીખ્યાં છીએ તો આ કોયડાનો ઉકેલ લાવી શકાય છે. ઊર્જાનાં વિવિધ સ્વરૂપો છે અને ઊર્જાના એક સ્વરૂપને બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો આપણે કોઈ પ્લેટને કોઈ ઊંચાઈથી પડતી મૂકીએ તો પ્લેટની સ્થિતિઊર્જાનો અધિકતમ ભાગ જમીન સાથે અથડાતી વખતે ધ્વનિઊર્જામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. જો આપણે કોઈ મીણબત્તી સળગાવીએ છીએ તો પ્રક્રિયા વધારે ઉષ્માક્ષેપી બને છે અને આ પ્રકારે સળગવાથી મીણની રાસાયણિક ઊર્જા, ઉષ્માઊર્જા તથા પ્રકાશઊર્જામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. મીણબત્તીને સળગાવવાથી આ ઊર્જાઓ સિવાય બીજી કઈ નીપજો મળે છે ?

કોઈ પણ ભૌતિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કુલ ઊર્જા અચળ રહેતી હોય છે, પરંતુ જો આપણે સળગતી મીણબત્તી પર ફરીથી વિચાર કરીએ તો શું આપણે કોઈ પણ પ્રકારે પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થયેલ ઉષ્મા અને પ્રકાશને બીજી નીપજો સાથે સાંકળીને મીણના રૂપમાં રાસાયણિક ઊર્જાને ફરીથી પ્રાપ્ત કરી શકીએ ?

ચાલો, આપણે એક બીજું ઉદાહરણ ધ્યાનમાં લઈએ. ધારો કે આપણે 100 mL પાણી લઈએ છીએ જેનું તાપમાન 348 K (75 °C) છે અને તેને એક રૂમમાં કે જેનું તાપમાન 298 K (25 °C) છે તેમાં રાખી મૂકીએ. તો થોડા સમય પછી શું થશે ? શું એવો કોઈ રસ્તો છે કે જેના દ્વારા પર્યાવરણમાં ગુમાવેલી બધી ઊર્જાને એકત્ર કરીને ઠંડા થઈ ગયેલ પાણીને ફરીથી ગરમ કરી શકાય ?

આવા દરેક ઉદાહરણ વિશે વિચાર કરતાં આપણે જોઈ શકીએ કે ઉપયોગી સ્વરૂપમાંની ઊર્જા આસપાસના વાતાવરણમાં પ્રમાણમાં ઓછી ઉપયોગી ઊર્જાના રૂપમાં વિખેરણ પામે છે. તેથી કાર્ય કરવા માટે જે કોઈ ઊર્જાના સ્રોતનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ તે વપરાઈ જાય છે અને તેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકાતો નથી.

14.1 ઊર્જાનો ઉત્તમ સ્રોત કયો છે ? (What is a Good Source of Energy ?)

તો પછી ઊર્જાના ઉત્તમ સ્રોત તરીકે કોને ગણવો જોઈએ ? આપણે આપણા રોજિંદા જીવનમાં કાર્ય કરવા માટે વિવિધ સ્રોતમાંથી મળતી ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. ટ્રેનને ચલાવવા માટે આપણે ડીઝલનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. રસ્તા પરની સ્ટ્રીટલાઇટ પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતનો ઉપયોગ કરીએ છીએ અથવા સાઇકલ લઈને શાળાએ જવા માટે આપણે સ્નાયુઓમાં રહેલી સ્નાયુઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

પ્રવૃત્તિ 14.1

- સવારે ઊઠીને તમે શાળાએ પહોંચો છો ત્યાં સુધી ઉપયોગમાં લીધેલ ઊર્જાના ચાર સ્વરૂપની યાદી બનાવો.
- આ વિવિધ પ્રકારની ઊર્જા આપણે ક્યાંથી મેળવીએ છીએ ?
- શું આપણે તેને 'ઊર્જાના સ્રોત' કહી શકીએ ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?

શારીરિક કાર્યો કરવા માટે સ્નાયુઊર્જા, જુદાં–જુદાં ઉપકરણોને ચલાવવા માટે વિદ્યુતઊર્જા, રસોઈ બનાવવા અથવા વાહનો ચલાવવા રાસાયણિક ઊર્જા આ દરેક ઊર્જાઓ કોઈ ને કોઈ ઊર્જાસ્રોતમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. આપણે જાણવું જોઈએ કે ઊર્જાને તેના ઉપયોગી સ્વરૂપમાં મેળવવા માટે જરૂરી સ્રોતની પસંદગી કેવી રીતે કરીએ છીએ.

પ્રવૃત્તિ 14.2

- રસોઈ બનાવવા માટે બળતણની પસંદગી કરવા આપણી પાસે રહેલ વિવિધ વિકલ્પો પર વિચાર કરો.
- કોઈ બળતણને સારા બળતણની શ્રેણીમાં મૂકવાનો પ્રયત્ન કરતી વખતે તમે કયાં માપદંડો પર વિચાર કરશો.
- શું તમારી પસંદગી જુદી હોત, જો તમે
  - (a) જંગલમાં જીવન જીવતા હોત ?
  - (b) કોઈ દૂર પર્વતીય ગામ કે નાના ટાપુ પર જીવન જીવતા હોત ?
  - (c) નવી દિલ્લીમાં જીવન જીવતા હોત ?
  - (d) પાંચ સદીઓ પહેલા જીવન જીવતા હોત ?
- ઉપરની દરેક પરિસ્થિતિમાં પરિબળો કેવી રીતે જુદાં છે ?

ઉપરની બંને પ્રવૃત્તિઓ કર્યા પછી આપણને એટલી જાણકારી મળી કે કેટલાંક કાર્યો કરવા માટે કોઈ ખાસ ઊર્જાસ્રોત અથવા બળતણની પસંદગી અનેક પરિબળો પર આધાર રાખે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ બળતણની પસંદગી કરતી વખતે આપણે પોતાને નીચેના પ્રશ્નો પૂછીશું.

(i) તે દહન-પ્રક્રિયામાં કેટલી ઉષ્મા મુક્ત કરે છે ?

(ii) શું તે ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ધુમાડો ઉત્પન્ન કરે છે ?

(iii) શું તે સહેલાઈથી ઉપલબ્ધ છે ?

શું તમે બળતણ સંબંધિત બીજા ત્રણ વધુ પ્રશ્નો વિચારી શકો છો ?

બળતણના ઉપલબ્ધ પ્રકારોમાંથી રસોઈ બનાવવા જેવા ચોક્કસ કાર્ય માટે બળતણની પસંદગી કરતી વખતે આપણા પસંદગીના વિકલ્પોને મર્યાદિત કરી દે તે પરિબળો કયા છે ? શું જે બળતણ પસંદ કર્યું છે તે જે કાર્ય કરવાનું છે તેના પર પણ આધાર રાખે છે ? ઉદાહરણ તરીકે, શું આપણે રસોઈ બનાવવા જેવા ચોક્કસ કાર્ય માટે એક બળતણ અને શિયાળામાં ઓરડાને ગરમ કરવા માટે બીજું બળતણ પસંદ કરીશું ?

આ રીતે હવે આપણે એ કહી શકીએ કે એક ઉત્તમ ઊર્જાના સ્રોત એ છે કે,

- જે એકમ કદ અથવા દ્રવ્યમાન દીઠ વધારે માત્રામાં કાર્ય કરે,
- સરળતાથી ઉપલબ્ધ હોય,
- સંગ્રહ તથા પરિવહનમાં સરળ હોય અને

પ્રશ્નો

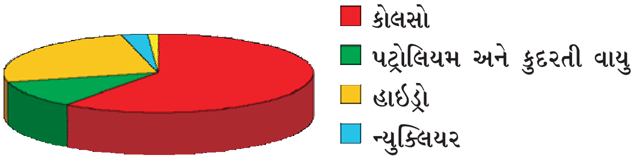
1. ઊર્જાનો ઉત્તમ સ્રોત કોને કહે છે ?
2. ઉત્તમ બળતણ કોને કહે છે ?
3. જો તમે તમારા ભોજનને ગરમ કરવા માટે કોઈ પણ ઊર્જા-સ્રોતનો ઉપયોગ કરી શકો છો, તો તમે કોનો ઉપયોગ કરશો અને કેમ ?

U5H1Q2

14.2 ઊર્જાના પરંપરાગત સ્રોત (Conventional Sources of Energy)

14.2.1 અશ્મિભૂત બળતણ (Fossil Fuels)

પ્રાચીન સમયમાં ઉષ્મીય ઊર્જાનો સામાન્ય સ્રોત લાકડું હતો. કેટલીક મર્યાદિત પ્રવૃત્તિઓ માટે પવન તથા વહેતા પાણીની ઊર્જાનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવતો હતો. શું તમે આ પૈકીના કેટલાક ઉપયોગો વિચારી શકો ? ઊર્જાસ્રોતના રૂપમાં કોલસાના ઉપયોગે ઔદ્યોગિક ક્રાંતિને શક્ય બનાવી. વધતાજતા ઉદ્યોગોને કારણે સમગ્ર વિશ્વમાં જીવનની ગુણવત્તામાં વૃદ્ધિ થઈ. તેના પરિણામે સમગ્ર વિશ્વમાં ઊર્જાની માંગમાં પણ આશ્ચર્યજનક દરથી વૃદ્ધિ થઈ રહી છે. ઊર્જાની વધતી માંગની પૂર્તિ મોટે ભાગે અશ્મિભૂત બળતણ - કોલસા તથા પેટ્રોલિયમથી થઈ છે. માંગમાં થતી વૃદ્ધિની સાથે–સાથે આ ઊર્જાસ્રોતોનો ઉપયોગ કરવા માટે ટેક્નોલૉજીમાં પણ વિકાસ કરવામાં આવ્યો. પરંતુ આ બળતણ કરોડો વર્ષો અગાઉ બનેલા છે અને હવે તેનો મર્યાદિત ભાગ જ બાકી રહ્યો છે. અશ્મિભૂત બળતણ ઊર્જા પુનઃઅપ્રાપ્ય સ્રોત છે, તેથી તેનું સંરક્ષણ કરવું જરૂરી છે. જો આપણે આ ઊર્જાસ્રોતનો ઉપયોગ હાલના ચિંતાજનક દરથી કરતા રહીશું તો આ ભંડાર ટૂંક સમયમાં ખાલી થઈ જશે ! આવી પરિસ્થિતિને ટાળવા માટે ઊર્જાના વૈકલ્પિક સ્રોતની શોધ કરવામાં આવી. પરંતુ આજે પણ આપણે આપણી ઊર્જાઓની મોટા ભાગની જરૂરિયાત પૂર્ણ કરવા માટે અશ્મિભૂત બળતણ ઉપર વધારે માત્રામાં નિર્ભર છીએ (આકૃતિ 14.1).



આકૃતિ 14.1
ભારતમાં આપણી ઊર્જાની આવશ્યકતાઓ સામે ઊર્જાના મુખ્ય સ્રોત દર્શાવતો પાઈ ચાર્ટ

અશ્મિભૂત બળતણના દહનના બીજા ગેરફાયદા પણ છે. આપણે ધોરણ IXમાં કોલસા તથા પેટ્રોલિયમ પેદાશોને સળગાવવાથી થતા વાયુ–પ્રદૂષણ વિશે શીખ્યાં છીએ. અશ્મિભૂત બળતણને સળગાવવાથી મુક્ત થતા કાર્બન, નાઈટ્રોજન તથા સલ્ફરના ઑક્સાઇડ ઍસિડિક ઑક્સાઇડ હોય છે. જેના કારણે ઍસિડિક વર્ષા થાય છે જે આપણા પાણી તથા જમીન સંસાધનોને પ્રભાવિત કરે છે. વાયુ–પ્રદૂષણની સમસ્યા ઉપરાંત કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ જેવા ગૅસને કારણે ઉદ્ભવતી ગ્રીનહાઉસ અસરને યાદ કરો.

આના પર વિચારો

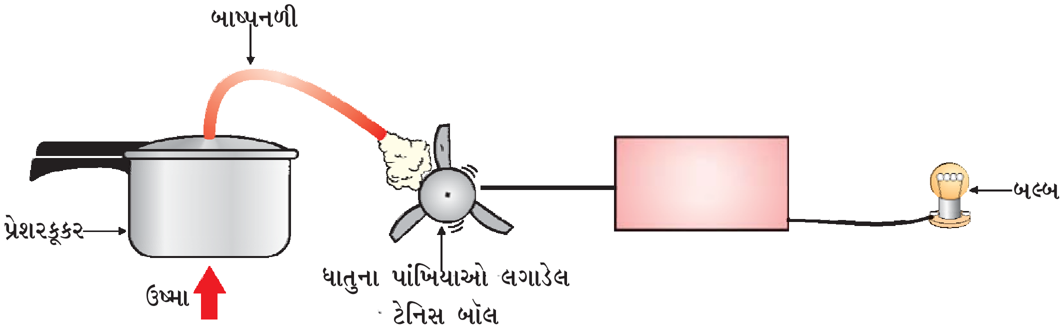
જો આપણને વિદ્યુત–પુરવઠો ન મળે તો આપણા જીવનમાં શું ફેરફાર આવે ?
કોઈ પણ દેશમાં પ્રત્યેક વ્યક્તિ દીઠ મળતી વિદ્યુતઊર્જા તે દેશના વિકાસનો એક માપદંડ છે.

અશ્મિભૂત બળતણને સળગાવવાને કારણે ઉદ્ભવતા પ્રદૂષણને જુદી–જુદી પ્રવિધિઓ (Techniques) દ્વારા બળતણના દહનની કાર્યક્ષમતા વધારીને તથા દહનને કારણે ઉદ્ભવતા હાનિકારક ગૅસ તથા રાખને વિવિધ પ્રૌદ્યોગિકી (Technology) દ્વારા વાતાવરણમાં ભળતા ઓછા કરીને થોડે અંશે ઘટાડી શકાય છે. શું તમે જાણો છો કે અશ્મિભૂત બળતણનો ગૅસસ્ટવ તથા વાહનોમાં ઉપયોગ કરવા ઉપરાંત વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પણ તેને મુખ્ય બળતણ તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે ? ચાલો, આપણે એક નાનકડું યંત્ર બનાવી તેના દ્વારા વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરીએ અને જોઈએ કે ઊર્જાના આ મનગમતા સ્વરૂપને મેળવવા માટે શું-શું કરવું પડે છે.

પ્રવૃત્તિ 14.3

- એક ટેબલટેનિસનો બૉલ લો અને તેમાં ત્રણ સ્લીટ (Slits) બનાવો.
- ધાતુના પતરા (sheet)માંથી અર્ધવર્તુળાકાર [⌓] પાંખિયા (Fins) કાપીને આ ત્રણ સ્લિટમાં લગાવો.
- દૃઢ આધાર પર લગાડેલ ધાતુના સુરેખ તાર વડે બૉલને તેના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી ધરી પર ક્લિકીત કરો. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બૉલ પોતાની ધરી પર મુક્ત રીતે ભ્રમણ કરી શકે છે.

- હવે, એક સાઈકલ ડાઈનેમો તેની સાથે જોડો.
- તેની સાથે એક બલ્બ શ્રેણીમાં જોડો.
- પાંખિયાઓ પર પાણીની ધાર અથવા પ્રેશરકૂકરમાં ઉત્પન્ન કરેલી વરાળની ધાર ફેંકો (આકૃતિ 14.2). તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 14.2 તાપ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયાને નિર્દેશિત કરવા માટેનું મૉડલ

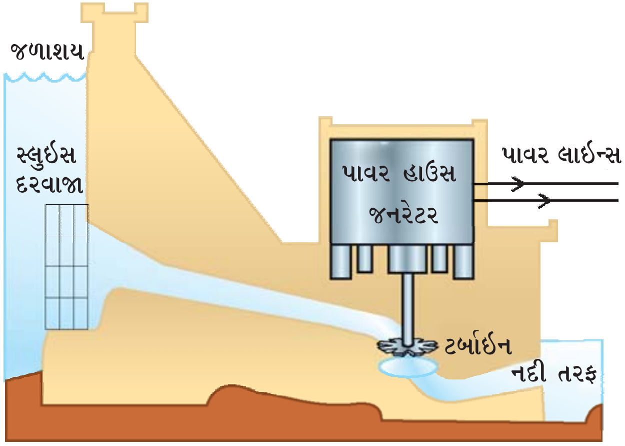
વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાનું આ આપણું ટર્બાઇન છે. સરળ ટર્બાઇનોમાં ગતિશીલ ભાગ તરીકે રોટર-બ્લેડનું સંયોજન છે. ગતિશીલ તરલ (પાણી કે વરાળ) બ્લેડને ફેરવવા માટે કાર્ય કરે છે તથા રોટરને ઊર્જા આપે છે. આ રીતે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, મૂળભૂત રીતે આપણે રોટરની બ્લેડને ઝડપી ગતિ આપવી પડે જેથી યાંત્રિકઊર્જાને વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરવા માટે ડાઈનેમોની શાફ્ટને ફેરવે. ઊર્જાનું આ સ્વરૂપ આજની પરિસ્થિતિમાં એક આવશ્યકતા બની ગયું છે. આમ કરવા માટે વિવિધ રસ્તા હોઈ શકે છે કે જે સંસાધનોની ઉપલબ્ધતા પર આધારિત છે. નીચેના વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે, ટર્બાઇનને ફેરવીને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે ઊર્જાના વિવિધ સ્રોતનો કઈ રીતે ઉપયોગ કરી શકાય છે.

14.2.2 થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ (Thermal Power Plant)

પાવર સ્ટેશનમાં દરરોજ પાણીને ઉકાળીને બાષ્પ બનાવવા માટે વિપુલ માત્રામાં અશ્મિભૂત બળતણનો ઉપયોગ થાય છે. આ બાષ્પ ટર્બાઇનને ફેરવીને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરે છે. એક સરખા અંતર માટે કોલસા તથા પેટ્રોલિયમના પરિવહનની તુલનામાં વિદ્યુતનું પરિવહન વધારે કાર્યક્ષમ હોય છે. આથી, ઘણા થર્મલ પાવર સ્ટેશન કોલસા તથા તેલક્ષેત્રોની નજીક બનાવવામાં આવે છે. આ પાવર સ્ટેશનોને થર્મલ પાવર સ્ટેશન કહેવાનું કારણ એ છે કે, તેમાં બળતણના દહન દ્વારા ઉષ્માઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે, જેનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ થાય છે.

14.2.3 જળવિદ્યુત પ્લાન્ટ (Hydro Power Plant)

ઊર્જાનો બીજો એક પરંપરાગત સ્રોત વહેતા પાણીની ગતિઊર્જા અથવા કોઈ ઊંચાઈ પર રહેલા પાણીની સ્થિતિઊર્જા છે. હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટમાં નીચે પડતા પાણીની સ્થિતિઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરવામાં આવે છે. જેનો ઉપયોગ સ્થિતિઊર્જાના સ્રોત સ્વરૂપે કરી શકાય. તેવા જળ-પ્રપાતો (Water-falls)ની સંખ્યા બહુ ઓછી હોવાથી હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટોને બંધો સાથે સાંકળવામાં આવ્યા છે. છેલ્લી સદીમાં સમગ્ર વિશ્વમાં ઘણા બંધ બાંધવામાં આવ્યા છે. આકૃતિ 14.3માં જોઈ શકાય છે કે, ભારતમાં આપણી ઊર્જાની માંગનો ચોથો ભાગ હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટ દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવે છે.



આકૃતિ 14.3
હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટનું રેખાચિત્ર

જળવિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પાણીના પ્રવાહને રોકી મોટાં જળાશયોમાં પાણી એકત્રિત કરવા માટે નદી પર ઊંચા બંધ બાંધવામાં આવે છે. પાણીનું સ્તર ઊંચું આવે છે અને આ પ્રક્રિયામાં વહેતા પાણીની ગતિઊર્જાનું સ્થિતિઊર્જામાં રૂપાંતરણ થાય છે. બંધમાં ઊંચા લેવલ પર રહેલા પાણીને પાઈપો મારફતે બંધના તળિયે રાખેલા ટર્બાઈન સુધી લઈ જવામાં આવે છે (આકૃતિ 14.3). જળાશયમાં દર વખતે વરસાદને કારણે પાણી ફરી ભરાય છે (જળવિદ્યુત એ પુનઃપ્રાપ્ય સ્રોત છે). આમ, આપણે અશ્મિભૂત બળતણ કે જે એક દિવસ નાશ પામવાનું છે તેની જેમ જળવિદ્યુત સ્રોતોનો નાશ પામવા અંગેની ચિંતા કરવાની જરૂર નથી.

પરંતુ, મોટા બંધોના નિર્માણ સાથે ઘણી મુશ્કેલીઓ સંકળાયેલી છે. બંધોનું કેટલાક ચોક્કસ વિસ્તારમાં ખાસ કરીને ટેકરીવાળા વિસ્તારમાં જ નિર્માણ કરી શકાય છે, બંધોના નિર્માણને કારણે ઘણીબધી ખેતીલાયક જમીન તથા માનવવસવાટ ડૂબવાને કારણે નષ્ટ પામે છે. બંધના પાણીમાં ડૂબવાને કારણે મોટા પ્રમાણમાં પર્યાવરણીય તંત્ર નાશ પામે છે. જે ઝાડ-પાન, વનસ્પતિ વગેરે પાણીમાં ડૂબી જાય છે તે અજારક (anaerobic) પરિસ્થિતિઓમાં સડવા લાગે છે તથા વિઘટન પામી વિશાળ માત્રામાં મિથેન ગૅસ ઉત્પન્ન કરે છે, જે એક ગ્રીનહાઉસ ગૅસ છે. બંધોના નિર્માણને કારણે વિસ્થાપિત લોકોના સંતોષકારક પુનઃવસવાટ તથા ક્ષતિપૂર્તિની સમસ્યાઓ પણ ઉદ્ભવે છે. ગંગાનદી પર ટિહરી બંધના નિર્માણ તથા નર્મદાનદી પર સરદાર સરોવર બંધના નિર્માણની પરિયોજનાઓનો વિરોધ આ જ પ્રકારની સમસ્યાઓને લીધે થયો હતો.

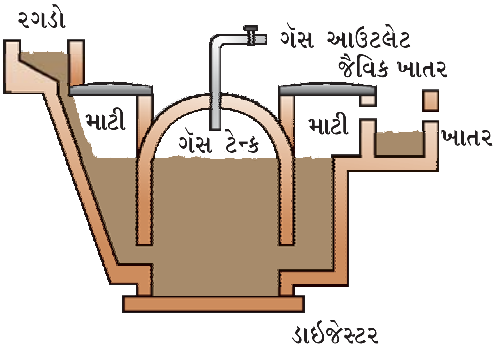
14.2.4 ઊર્જાના પરંપરાગત સ્રોતનો ઉપયોગ કરવા માટે પ્રૌદ્યોગિકી (ટેક્નોલૉજી)માં સુધારા (Improvement in the Technology for Using Conventional Sources of Energy)

જૈવભાર (Bio-Mass)

આપણે અગાઉ જણાવ્યું તેમ પ્રાચીનકાળથી લાકડાનો બળતણ સ્વરૂપે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જો આપણે પૂરતાં પ્રમાણમાં વૃક્ષો ઉગાડવાનું સુનિશ્ચિત કરીએ તો બળતણ માટેના લાકડાંનો સતત જથ્થો મળતો રહેશે. તમે ગાયના છાણના છાણાઓના બળતણ તરીકેના ઉપયોગથી પણ પરિચિત છો જ. ભારતમાં પશુધનની વિશાળ સંખ્યા હોવાથી તે આપણને બળતણનો સ્થાયી સ્રોત પૂરો પાડે છે. આ બળતણ વનસ્પતિ અને પ્રાણીજ ઉત્પાદન હોવાથી આ પ્રકારના બળતણ-સ્રોત જૈવભાર (Bio-Mass) તરીકે ઓળખાય છે. તેમ છતાં આ બળતણના દહનથી વધુ પ્રમાણમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થતી નથી અને જ્યારે તેઓનું દહન થાય ત્યારે ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ધુમાડો ઉદ્ભવે છે. તેથી આ પ્રકારનાં બળતણોની કાર્યક્ષમતામાં ટેક્નોલૉજિકલ સુધારા જરૂરી છે. જ્યારે લાકડાને ઑક્સિજનના મર્યાદિત પુરવઠામાં સળગાવવામાં આવે ત્યારે તેમાં રહેલ પાણી તથા બાષ્પશીલ પદાર્થ બહાર નીકળી જાય છે તથા અવશેષરૂપે ચારકોલ રહે છે. ચારકોલ જ્યોત વગર સળગે છે, પ્રમાણમાં ધૂમ્રહીન છે અને તેની ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પણ વધારે હોય છે.

તે જ રીતે ગાયનું છાણ, જુદા-જુદા પ્રકારની વનસ્પતિ-સામગ્રી જેમકે પાકોની કાપણી પછી વધેલા અવશેષ, શાકભાજીનો કચરો તથા સુએજ (ગટરના પદાર્થો)ને ઑક્સિજનની ગેરહાજરીમાં વિઘટિત કરતાં તેં બાયોગૅસ આપે છે. તેમાં પ્રારંભિક સામગ્રી તરીકે ગાયનું છાણ હોવાથી તેને પ્રચલિત રીતે 'ગોબરગૅસ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. બાયોગૅસ આકૃતિ 14.4માં દર્શાવ્યા મુજબના પ્લાન્ટમાં ઉત્પન્ન થાય છે.

આ પ્લાન્ટમાં ઘુમ્મટ (ડોમ) જેવું ઈંટોનું બનેલું માળખું હોય છે. ગાયના છાણ અને પાણીનો રગડો મિશ્રણની ટાંકીમાં બનાવીને ત્યાંથી ડાઈજેસ્ટરમાં મોકલવામાં આવે છે. ડાઈજેસ્ટર એ ઑક્સિજન વગરની સીલબંધ ચેમ્બર છે. સૂક્ષ્મ સજીવો કે જેમના અજારક શ્વસનમાં ઑક્સિજનની જરૂર પડતી નથી, તેઓ ગાયના છાણના રગડામાં રહેલા જટિલ સંયોજનોને નાના-નાના ભાગમાં વિઘટિત કરે છે અથવા તોડી નાંખે છે. આ વિઘટન પ્રક્રિયા સંપૂર્ણ થવામાં તથા મિથેન, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, હાઇડ્રોજન અને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ જેવા વાયુઓ ઉત્પન્ન થવામાં અમુક દિવસો લાગે છે. બાયોગૅસ ડાઈજેસ્ટરની ઉપરના ભાગની ગૅસની ટાંકીમાં ભેગો કરાય છે. ત્યાંથી નળીઓ દ્વારા ઉપયોગ માટે લઈ જવામાં આવે છે.



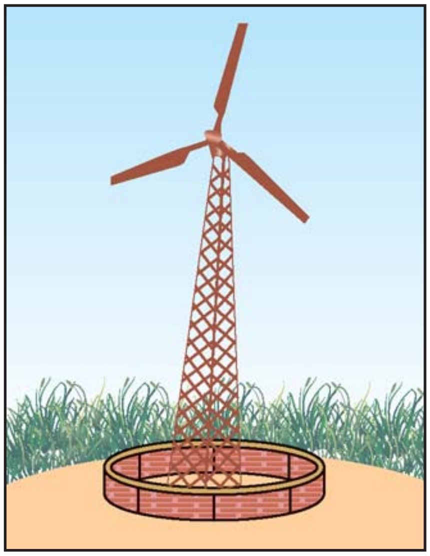
આકૃતિ 14.4
બાયોગૅસ પ્લાન્ટનું રેખાચિત્ર

બાયોગૅસ 75 % સુધી મિથેન ધરાવતો હોવાથી તે ઉત્તમ બળતણ છે. તે ધુમાડારહિત સળગે છે. લાકડા, ચારકોલ તથા કોલસાના દહનની જેમ રાખ જેવા કોઈ અવશેષો રહેતા નથી. તેની તાપીય ક્ષમતા પણ વધારે છે. બાયોગૅસનો ઉપયોગ પ્રકાશના સ્રોત તરીકે પણ કરવામાં આવે છે. વધેલા રગડાને સમય-સમય પર (Periodically) બહાર કાઢી તેને નાઇટ્રોજન તેમજ ફૉસ્ફરસયુક્ત ઉત્તમ ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. આ રીતે મોટા પાયા પર જૈવિક કચરો તેમજ મળ-મૂત્રનો ઉપયોગ જૈવિક કચરા અને મળ-મૂત્રના નિકાલનો સલામત અને સક્ષમ માર્ગ ઉપરાંત ઊર્જા અને ખાતર આપે છે. શું તમને લાગે છે કે જૈવભાર ઊર્જાનો પુનઃપ્રાપ્ય સ્રોત છે ?

પવનઊર્જા

ધોરણ IXમાં આપણે જોયું કે, સૌર વિકિરણો દ્વારા ભૂખંડો તથા જળાશયો અસમાન રીતે ગરમ થવાથી હવાની ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે અને પરિણામે પવન ફૂંકાય છે. પવનમાં રહેલી ગતિઊર્જાનો ઉપયોગ કાર્ય કરવામાં કરી શકાય છે. ભૂતકાળમાં યાંત્રિક કાર્ય મેળવવા આ ઊર્જા પવનચક્કી દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી હતી. દાખલા તરીકે, પાણી ખેંચવાના પંપમાં, પવનચક્કીની ચક્રિય ગતિની મદદથી કૂવામાંથી પાણીને બહાર ખેંચવામાં આવતું. હાલમાં, પવનઊર્જા વિદ્યુતઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં પણ વપરાય છે. પવનચક્કી એ મોટા વિદ્યુત પંખા જેવું બંધારણ ધરાવતી રચના છે કે જે જડિત આધાર પર અમુક ઊંચાઈએ ગોઠવેલ હોય છે (આકૃતિ 14.5).

વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પવનચક્કીની પરિભ્રમણ ગતિનો ઉપયોગ, વિદ્યુત જનરેટરના ટર્બાઈનને ફેરવવા માટે કરાય છે. કોઈ એક પવનચક્કીનું આઉટપુટ ખૂબ જ નાનું હોય છે તેથી તેનો વ્યાવસાયિક ધોરણે ઉપયોગ કરી શકાતો નથી. પરિણામે, મોટા વિસ્તારમાં ઘણી પવનચક્કીઓ સ્થાપિત કરવામાં આવે છે, જેને પવનઊર્જા ફાર્મ કહે છે. દરેક પવનચક્કીના ઊર્જાના આઉટપુટને એકબીજા સાથે જોડી વ્યાવસાયિક ધોરણે વિદ્યુત મેળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 14.5 પવનચક્કી

શું તમે જાણો છો ?

ડેન્માર્કને 'પવનોનો દેશ' કહે છે. દેશની 25 ટકાથી પણ વધુ વિદ્યુત આપૂર્તિ પવનચક્કીઓના વિશાળ નેટવર્ક દ્વારા વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરીને કરવામાં આવે છે. કુલ આઉટપુટમાં જર્મની અગ્રણી છે, જ્યારે ભારતનું પવનઊર્જા દ્વારા વિદ્યુત-ઉત્પાદન કરવાવાળા દેશોમાં પાંચમું સ્થાન છે. જો આપણે પવનો દ્વારા વિદ્યુત-ઉત્પાદનની આપણી ક્ષમતાનો પૂરેપૂરો ઉપયોગ કરીએ તો એક અનુમાન અનુસાર લગભગ 45,000 MW વિદ્યુતશક્તિનું ઉત્પાદન કરી શકીએ. તમિલનાડુના કન્યાકુમારી નજીક ભારતનું સૌથી વિશાળ પવનઊર્જાનું ફાર્મ સ્થાપિત કરવામાં આવ્યું છે. તે 380 MW વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરે છે.

પવનઊર્જા એ પર્યાવરણને અનુકૂળ અને પુનઃપ્રાપ્ય અસરકારક ઊર્જાસ્રોત છે. વિદ્યુતઊર્જાના ઉત્પાદન માટે તેમાં વારંવાર ખર્ચો કરવાની જરૂર પડતી નથી. પરંતુ પવનઊર્જાનો ઉપયોગ કરવામાં ઘણી મર્યાદાઓ છે. પહેલી મર્યાદા એ છે કે, પવનઊર્જાનું ફાર્મ ફક્ત એવા વિસ્તારોમાં સ્થાપિત કરી શકાય છે જ્યાં વર્ષના મોટા ભાગના દિવસો દરમિયાન પવન ફૂંકાતો હોય. ટર્બાઇનની જરૂરી ગતિ ચાલુ રાખવા માટે પવનની ગતિ 15 km/hથી વધુ હોવી જોઈએ. તદુપરાંત ત્યાં કેટલીક ટેકારૂપ સગવડતાઓ (જેવી કે સંગ્રાહક કોષ) હોવી જોઈએ કે જેથી જ્યારે પવન ન હોય તેવા સમયગાળા દરમિયાન ઊર્જાની જરૂરિયાતની કાળજી રાખી શકાય. પવનઊર્જાનું ફાર્મ સ્થાપવા માટે ખૂબ જ મોટો જમીનનો વિસ્તાર જરૂરી છે. 1 MWના જનરેટર માટે 2 હેક્ટર જમીન ધરાવતાં ફાર્મની જરૂર પડે છે. ફાર્મ સ્થાપવા માટેનો પ્રારંભિક ખર્ચ ખૂબ જ ઊંચો હોય છે. વળી ટાવર અને પાંખિયાઓ ખુલ્લામાં હોવાથી કુદરતી ફેરફારો જેવી કે વરસાદ, સૂર્યપ્રકાશ, તોફાન અને વાવાઝોડા દરમિયાન તેમની ખૂબ જ ઉચ્ચ કક્ષાની જાળવણી જરૂરી હોય છે.

પ્રશ્નો

1. અશ્મિ બળતણના ગેરલાભ શું છે ?
2. શા માટે આપણે ઊર્જાના વૈકલ્પિક સ્રોત તરફ નજર દોડાવીએ છીએ ?
3. પવન અને પાણીઊર્જાના પરંપરાગત ઉપયોગમાં આપણી સગવડતા માટે કેવા ફેરફાર કરાયા છે ?

W3U3R5

14.3 વૈકલ્પિક અથવા બિનપરંપરાગત ઊર્જાના સ્રોત (Alternative or Non-Conventional Sources of Energy)

ટેક્નોલૉજીની પ્રગતિની સાથે દિવસે-દિવસે આપણી ઊર્જાની માંગ વધતી જાય છે. આપણી જીવનપદ્ધતિ પણ બદલાય છે, આપણાં વધુ ને વધુ કાર્યો કરવા આપણે મશીનો (યંત્રો)નો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણી પ્રાથમિક જરૂરિયાતો પણ ઔદ્યોગિકીરણના પગલે આપણા જીવનસ્તરમાં સુધારો થવાથી નિરંતર વધતી રહે છે.

પ્રવૃત્તિ 14.4

- તમારાં દાદા-દાદી અથવા અન્ય વડીલો પાસેથી શોધો કે -
  - (a) તેઓ કેવી રીતે શાળાએ જતાં હતાં ?
  - (b) તેઓ જ્યારે યુવાન હતાં ત્યારે તેમની દૈનિક જરૂરિયાત માટેનું પાણી કેવી રીતે મેળવતા હતાં ?
  - (c) મનોરંજનનાં કેવાં સાધનો વાપરતાં હતાં ?
- ઉપરના જવાબોની તુલના હાલમાં તમે આ કાર્યોને કેવી રીતે કરો છો તેની સાથે કરો.
- શું તેમાં તફાવત છે ? જો હા તો કયા કિસ્સામાં બાહ્ય સ્રોતની વધુ ઊર્જા વપરાય છે ?

જેમ આપણી ઊર્જાની જરૂરિયાત વધતી જાય છે તેમ આપણે વધુ ને વધુ ઊર્જાના સ્રોતની તરફ નજર કરવી જરૂરી બનશે. આપણે એવી ટેક્નોલૉજીનો વિકાસ કરીએ કે જેમાં પ્રાપ્ય અથવા જાણીતા ઊર્જાસ્રોતની ઊર્જાનો વધુ કાર્યક્ષમ રીતે ઉપયોગ કરી શકીએ તથા ઊર્જાના નવા સ્રોત પણ શોધીએ. ઊર્જાના કોઈ પણ નવા સ્રોત કે જેનો આપણે ઉપયોગ કરવા માગીએ છીએ તે સ્રોતને ધ્યાનમાં રાખીને ચોક્કસ ઉપકરણોની જરૂર પડશે. હવે આપણે ઊર્જાના કેટલાક અદ્યતન સ્રોત જોઈશું કે જેમનો આપણે ઉપયોગ કરવા માંગીએ છીએ તથા તે સ્રોતમાંથી ઊર્જાને મેળવવા અને સંગૃહીત કરવા માટેની ટેક્નોલૉજીની પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

આના વિશે વિચારો !

કેટલાક લોકો કહે છે કે જો આપણે આપણા પૂર્વજો જેવું જીવન જીવવાનું શરૂ કરીએ તો તેનાથી ઊર્જા તથા આપણા નિવસનતંત્રનું સંરક્ષણ થશે. શું તમને લાગે છે કે વિચાર યોગ્ય છે ?

14.3.1 સૌરઊર્જા (Solar Energy)

5 અબજ વર્ષોથી સૂર્ય હાલના દરે પ્રચંડ ઊર્જા ઉત્સર્જિત કરી રહ્યો છે અને હજુ 5 અબજ વર્ષો સુધી આ જ દરે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરતો રહેશે. આ સૌરઊર્જાનો માત્ર થોડો ભાગ જ પૃથ્વીના વાતાવરણના બહારના સ્તર સુધી પહોંચે છે. પૃથ્વીના વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે લગભગ તેનો અડધો ભાગ શોષણ પામે છે અને બાકી રહેલો ભાગ પૃથ્વીની સપાટી સુધી પહોંચે છે.

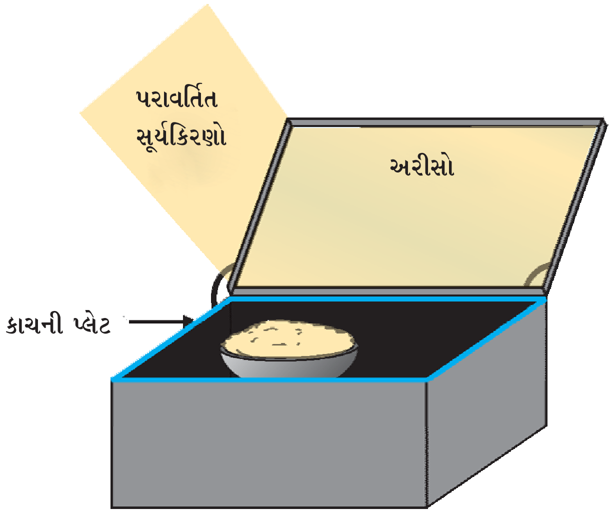
શું તમે જાણો છો ?

ભારત, વર્ષના મોટા ભાગ દરમિયાન સૌરઊર્જા મેળવવા માટે નસીબદાર છે. એક અંદાજ મુજબ એક વર્ષ દરમિયાન ભારત સુધી પહોંચતી આ ઊર્જા 5000 ટ્રિલિયન kWh જેટલી છે. સ્વચ્છ આકાશ (વાદળરહિત) હોય ત્યારે પૃથ્વીના કોઈ સ્થળે દરરોજ પ્રાપ્ત થતી સૌરઊર્જાનું સરેરાશ પ્રમાણ 4થી 7 kWh/m^2ની વચ્ચે હોય છે. પૃથ્વીના વાયુમંડળની બાહ્ય પરિસીમા પર સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચેના સરેરાશ અંતરે સૂર્યકિરણોને લંબ એવા પ્રતિ એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ પ્રતિ સેકન્ડ પહોંચતી સૌરઊર્જાને સૌર-અચળાંક કહે છે. તેનું અંદાજિત સંનિકટ મૂલ્ય 1.4 kJ પ્રતિ સેકન્ડ પ્રતિ વર્ગમીટર અથવા 1.4 kW/m^2 છે.

પ્રવૃત્તિ 14.5

- બે શંકુ આકારના ફ્લાસ્ક લઈ એકને સફેદ રંગથી અને બીજાને કાળા રંગથી રંગો. બંનેને પાણીથી સંપૂર્ણ ભરી દો.
- બંને ફ્લાસ્કને અડધાથી એક કલાક માટે સૂર્યનાં સીધાં કિરણો તેના પર પડે તેમ મૂકો.
- બંને ફ્લાસ્કનો સ્પર્શ કરો. કયો ફ્લાસ્ક વધુ ગરમ છે ? તમે થરમૉમિટર વડે બંને શંકુ આકારના ફ્લાસ્કમાં રહેલા પાણીનું તાપમાન પણ માપી શકો છો.
- આ જાણકારીનો ઉપયોગ તમારા રોજિંદા જીવનમાં કરી શકાય તેવી રીતો તમે વિચારી શકો છો ?

સમાન પરિસ્થિતિઓમાં રહેલી સફેદ અથવા પરાવર્તક સપાટીની સરખામણીએ કાળી સપાટી વધુ ઉષ્માનું શોષણ કરે છે. આ ગુણધર્મનો ઉપયોગ સૌરકૂકર (આકૃતિ 14.6) અને સોલર હીટરની કાર્યપદ્ધતિમાં થાય છે. કેટલાંક સૌરકૂકરોમાં સૂર્યનાં કિરણોને કેન્દ્રિત કરવા અરીસાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેથી તે ઊંચું તાપમાન પ્રાપ્ત કરે છે. સૌરકૂકરોમાં કાચની તકતીનું ઢાંકણ હોય છે. ગ્રીનહાઉસ અસર વિશે તમે શું શીખ્યાં હતાં તે યાદ કરો. શું તે સમજાવે છે કે શા માટે કાચનું ઢાંકણું વાપરવામાં આવે છે ?

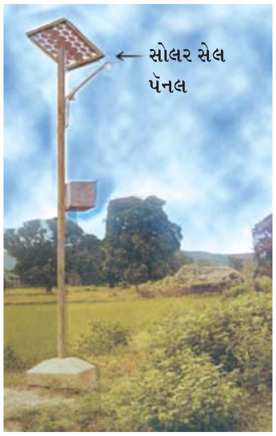


આકૃતિ 14.6 સૌરકૂકર

પ્રવૃત્તિ 14.6

- સૌરકૂકર અને/અથવા સોલર વૉટર હીટરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિનો ખાસ કરીને તે કેવી રીતે અલગ કરેલ છે અને મહત્તમ ઉષ્મા શોષે છે તેના સંદર્ભમાં અભ્યાસ કરો.

- સસ્તી સહેલાઈથી પ્રાપ્ત થતી સામગ્રીનો ઉપયોગ કરી સૂર્યકૂકર અથવા સોલર વૉટર હીટરની ડિઝાઇન બનાવી તેની રચના કરો અને તે તપાસો કે તમારી આ રચનામાં તમે કેટલું તાપમાન મેળવો છો.
- સૂર્યકૂકર તથા વૉટરહીટરના ઉપયોગથી થતા ફાયદા અને તેની મર્યાદાની ચર્ચા કરો.



આકૃતિ 14.7
સોલર સેલ પૅનલ

દિવસ દરમિયાન ચોક્કસ સમયે જ આ ઉપકરણો ઉપયોગી છે તે સરળતાથી જોઈ શકાય છે. સૂર્યઊર્જાના ઉપયોગની આ મર્યાદા સૌરઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરતાં સોલાર સેલનો ઉપયોગ કરી દૂર કરી શકાય છે. એક વિશિષ્ટ સેલ તેને સૂર્યની સામે રાખવામાં આવે ત્યારે તેમાં 0.5 - 1 Vના ક્રમનો વોલ્ટેજ ઉદ્ભવે છે અને આશરે 0.7 W જેટલો વિદ્યુતપાવર પેદા કરે છે. સોલર સેલ પૅનલ તરીકે ઓળખાતી ગોઠવણમાં ખૂબ જ મોટી સંખ્યામાં સોલાર સેલના સંયોજન કરાય છે. (આકૃતિ 14.7) તે વ્યાવહારિક ઉપયોગ માટે પૂરતી વીજળી પૂરી પાડે છે.

સોલાર સેલ સાથે સંકળાયેલ મુખ્ય ફાયદો એ છે કે, તેમાં કોઈ ગતિશીલ ભાગ હોતો નથી, જાળવણીની જરૂર ઓછી છે અને કોઈ પણ કેન્દ્રિત કરતી રચના વગર ઘણું સંતોષજનક કાર્ય કરે છે. અન્ય ફાયદો એ છે કે તેને અંતરિયાળ, દુર્ગમ અથવા ખૂબ જ ઓછા વસવાટવાળા વિસ્તારોમાં કે જ્યાં પાવર-વિતરણ લાઇન ખર્ચાળ અને વ્યાપારી ધોરણે યોગ્ય ન હોય ત્યાં પ્રસ્થાપિત કરી શકાય છે.

સોલર સેલ બનાવવા માટે ઉપયોગી એવું સિલિકોન કુદરતમાં વિપુલ માત્રામાં ઉપલબ્ધ છે, પરંતુ સોલર સેલ બનાવવા માટેનું વિશિષ્ટ શ્રેણીનું સિલિકોન સીમિત માત્રામાં છે. તેની બનાવટ માટેની સમગ્ર પ્રક્રિયા હજીય ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. સોલાર પૅનલ તૈયાર કરવા સેલના આંતરિક જોડાણમાં ચાંદીનો ઉપયોગ થાય છે, જે તેની કિંમતમાં વધારો કરે છે. ઊંચી કિંમત અને ઓછી કાર્યક્ષમતા હોવા છતાં ઘણાય વૈજ્ઞાનિક અને ટૅક્નોલૉજિકલ પ્રયોજનોમાં તેનો ઉપયોગ થાય છે. કૃત્રિમ સેટેલાઇટ, માર્સ ઑર્બિટરો જેવાં અવકાશીય સાધનોમાં ઊર્જાના મુખ્ય સ્રોત તરીકે સોલાર સેલનો ઉપયોગ થાય છે. અંતરિયાળ વિસ્તારોમાં રેડિયો, વાયરલેસ ટ્રાન્સમિશન, T.V. રીલે સ્ટેશન માટે સોલાર સેલ પૅનલોનો ઉપયોગ થાય છે. ટ્રાફિક સિગ્નલ, કેલ્ક્યુલેટર અને ઘણાં રમકડાંઓમાં સોલાર સેલનો ઉપયોગ થાય છે. વિશિષ્ટ રીતે ડિઝાઇન કરેલ ઢળતી છત પર સોલર સેલ પૅનલોને લગાડવામાં આવે છે, જેથી તેની પર વધુ સૌરઊર્જા આપાત થાય. જોકે સોલાર સેલની ઊંચી કિંમતને કારણે તેનો ઘરેલું વપરાશ હજુ સીમિત છે.

14.3.2 સમુદ્રમાંથી ઊર્જા (Energy from The Sea)

ભરતીઊર્જા (Tidal Energy)

ભ્રમણ કરતી પૃથ્વી પર મુખ્યત્વે ચંદ્ર દ્વારા લાગતા ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે સમુદ્રના જળસ્તરોમાં ઉતાર તથા ચઢાવ આવે છે. જો તમે સમુદ્રની નજીક રહેતા હો અથવા સમુદ્રની નજીકના સ્થળે ગયા હો તો દિવસ દરમિયાન સમુદ્રની સપાટીમાં કેવા ફેરફારો થાય છે તેનું અવલોકન કરો. આ ઘટનાને ભરતી અને ઓટ કહે છે. સમુદ્રની સપાટીનો તફાવત આપણને ભરતીઊર્જા આપે છે. સમુદ્ર તરફ ખૂલતો સાંકડો ડેમ બાંધીને ભરતીઊર્જાનું ઉપયોગી રૂપાંતરણ કરી શકાય છે. ડેમ જ્યાં ખૂલે છે ત્યાં ટર્બાઇન ગોઠવીને ભરતીઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરી શકાય છે. આ પ્રકારના ડેમ બનાવી શકાય તેવાં સ્થળો ખૂબ જ મર્યાદિત છે તે તમે જાતે જ વિચારી શકો છો.

તરંગઊર્જા (Wave Energy)

આ જ રીતે સમુદ્રકિનારાની નજીક મોટા તરંગો સાથે સંકળાયેલ ગતિઊર્જાને એ જ રીતે આંતરીને વિદ્યુતનું ઉત્પાદન કરી શકાય છે. સમુદ્રતટ પર એક તરફથી બીજી તરફ વહેતા ભારે પવનો વડે તરંગો રચાય છે. તરંગો જ્યાં વધુ તીવ્ર હોય ત્યાં જ તરંગઊર્જાનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ કરી શકાય છે. તરંગઊર્જાને આંતરીને ટર્બાઇનનું ભ્રમણ કરાવી વિદ્યુતઊર્જાનું ઉત્પાદન કરી શકે તેવી જુદી-જુદી સંરચના વિકસાવવામાં આવી છે.

સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા (Ocean Thermal Energy)

સમુદ્ર કે મહાસાગરની સપાટીનું પાણી સૂર્ય દ્વારા ગરમ થાય છે અને તેની સરખામણીએ ઊંડાઈવાળા ભાગનું પાણી ઠંડું હોય છે. તાપમાનના આ તફાવતનો ઉપયોગ, સમુદ્ર તાપીયઊર્જાના રૂપાંતરણ પ્લાન્ટમાં ઊર્જા મેળવવામાં થાય છે. જો સપાટી પર રહેલ પાણી અને 2 km સુધીની ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનાં તાપમાન વચ્ચેનો તફાવત 20 K (20 °C) કે તેનાથી વધારે હોય તો આવા પ્લાન્ટ કાર્યાન્વિત કરી શકાય છે. એમોનિયા જેવા બાષ્પશીલ (Volatile) પ્રવાહીને ઉકાળવા સપાટીના હૂંફાળા પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. પ્રવાહીની બાષ્પ વડે જનરેટરના ટર્બાઇનને ચલાવી શકાય છે. સમુદ્રમાં ઊંડે રહેલા ઠંડા પાણીને પંપ કરી ઉપર લાવીને તેના દ્વારા બાષ્પનું ફરીથી પ્રવાહીમાં ઠારણ કરવામાં આવે છે.

સમુદ્રમાંથી મળતી આ ઊર્જા (ભરતીઊર્જા, તરંગઊર્જા અને સમુદ્ર તાપીયઊર્જા) ઘણી વધુ હોય છે. પરંતુ ક્ષમતાપૂર્વક વ્યાપારી ઉપયોગ મુશ્કેલ છે.

14.3.3 ભૂતાપીય ઊર્જા (Geothermal Energy)

પૃથ્વીના પોપડામાં ઊંડે આવેલા ગરમ વિસ્તારોમાં રચાતા પીગળેલા ખડકો ભૂસ્તરિય ફેરફારોને કારણે છે, ઉપર તરફ ધકેલાય છે અને કેટલાક વિસ્તારોમાં ઘેરાઈ જાય છે. આ વિસ્તારને 'ગરમ વિસ્તારો' (hot spots) કહે છે. જ્યાં ભૂસ્તરિય જળ આવાં ગરમ બિંદુઓના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે વરાળ બને છે. ઘણી વખત આ વિસ્તારમાંથી ગરમ પાણી સપાટી પર કેટલાંક સ્થળે બહાર આવે છે. આવાં સ્થળોને ગરમ પાણીના ઝરા (hot spring) કહે છે. ખડકોમાં આંતરાયેલી ઉષ્માને પાઇપ દ્વારા ટર્બાઇન સુધી લાવવામાં આવે છે અને તે વિદ્યુતઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે. ઉત્પાદન-ખર્ચ બહુ નથી, પણ વ્યાપારી ધોરણે યોગ્ય હોય તેવાં સ્થાનો બહુ ઓછાં હોય છે જ્યાં આવી ઊર્જા વાપરી શકાય. ભૂસ્તરિય ઊર્જા પર આધારિત ઘણા પાવર-પ્લાન્ટ ન્યૂઝિલૅન્ડ અને યુનાઈટેડ સ્ટેટ ઑફ અમેરિકામાં કાર્યાન્વિત છે.

14.3.4 ન્યુક્લિઅર ઊર્જા (Nuclear Energy)

ન્યુક્લિઅર ઊર્જા કેવી રીતે મેળવી શકાય છે ? ન્યુક્લિઅર વિખંડન (ફિશન) તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયામાં ભારે પરમાણુ (જેવા કે યુરેનિયમ, પ્લુટોનિયમ અથવા થોરિયમ)ના ન્યુક્લિયસ પર ઓછી ઊર્જા ધરાવતા ન્યુટ્રૉનનો મારો ચલાવવામાં આવે ત્યારે તે બે હલકા ન્યુક્લિયસમાં વિભાજિત થાય છે અને જ્યારે આવું બને છે ત્યારે જો મૂળ ન્યુક્લિયસનું દળ બે નિપજ ન્યુક્લિયસના સ્વતંત્ર દળોના સરવાળા કરતાં થોડું વધુ હોય, તો વિપુલ પ્રમાણમાં ઊર્જામુક્ત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, યુરેનિયમના એક પરમાણુના વિખંડનથી મળતી ઊર્જા કોલસાના એક કાર્બન પરમાણુના દહનથી મળતી ઊર્જા કરતાં 10 મિલિયન ગણી હોય છે. વિદ્યુતપાવર ઉત્પાદન માટે ડિઝાઇન કરેલ ન્યુક્લિઅર રિએક્ટરમાં સ્વયં જળવાતી પ્રક્રિયાનો એક ભાગ આવું ન્યુક્લિઅર બળતણ (fuel) છે. જે નિયંત્રિત દરે ઊર્જા મુક્ત કરે છે. મુક્ત થતી ઊર્જાનો ઉપયોગ વરાળ પેદા કરવામાં અને પછી વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં થાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

ન્યુક્લિયર વિખંડન પ્રક્રિયામાં મૂળ ન્યુક્લિયસ અને ઉત્પન્ન થતાં ન્યક્લિયસોના દળનો તફાવત Δm, 1905માં સૌપ્રથમ આલ્બર્ટ આઇન્સ્ટાઇને તારવેલા વિખ્યાત સૂત્ર $E = \Delta mc^2$ અનુસાર ઊર્જા Eમાં રૂપાંતરિત થાય છે, જ્યાં c પ્રકાશનો શૂન્યાવકાશમાં વેગ છે. ન્યુક્લિયર વિજ્ઞાનમાં ઊર્જાને ઘણી વાર ઇલેક્ટ્રૉન વોલ્ટ (eV)માં દર્શાવવામાં આવે છે. $1\ eV = 1.602 \times 10^{-19} J$ ઉપર્યુક્ત સમીકરણ પરથી સરળતાથી ચકાસી શકાય કે 1 એટમિક માસ યુનિટ (u) 931 મેગા ઇલેક્ટ્રૉન વોલ્ટ (MeV) જેટલી ઊર્જાને સમતુલ્ય છે. ન્યુક્લિયર પાવર રીએક્ટર, તારાપુર (મહારાષ્ટ્ર), રાણા

પ્રતાપ સાગર (રાજસ્થાન) કલ્પક્કમ (તમિલનાડુ), નરોરા (UP), કાકરાપાર (ગુજરાત) અને કૈગા (કર્ણાટક)માં આવેલાં છે, જેમની વિદ્યુત ઉત્પાદન-ક્ષમતા આપણા દેશની પ્રસ્થાપિત કુલ ક્ષમતાની માત્ર 3 ટકાથી પણ ઓછી છે. જ્યારે ઘણા ઔદ્યોગિક દેશો પોતાની કુલ વિદ્યુત-ક્ષમતાની આવશ્યકતાના 30 ટકાથી પણ વધુ ન્યુક્લિયર રીએક્ટરો દ્વારા પ્રાપ્ત કરી રહ્યા છે.

ન્યુક્લિયર પાવર જનરેટરનો સૌથી મોટો ખતરો એ છે કે, ઉપયોગ થયા બાદ વધેલા ન્યુક્લિયર ઇંધણનો સંગ્રહ તથા નિકાલ કેવી રીતે કરવો. કારણ કે વધેલા ઇંધણમાં રહેલ યુરેનિયમ હજુ પણ હાનિકારક કણોમાં વિભંજન પામી વિકિરણોનું ઉત્સર્જન ચાલુ રાખે છે. જો ન્યુક્લિયર ઇંધણના બાકી બચેલા ભાગનો યોગ્ય રીતે સંગ્રહ કે નિકાલ ન કરવામાં આવે તો તેના લીધે પર્યાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે. આ ઉપરાંત ન્યુક્લિયર વિકિરણોના અકસ્માત, આકસ્મિક સ્ખલન (લીકેજ)નો ખતરો પણ રહેલો છે. ન્યુક્લિયર પાવર પ્લાન્ટ સ્થાપિત કરવાનો મોટો ખર્ચ, વાતાવરણ પ્રદૂષિત થવાનું મોટું જોખમ, યુરેનિયમની મર્યાદિત ઉપલબ્ધતાને લીધે ન્યુક્લિયર ઊર્જાનો મોટા પાયા પરનો ઉપયોગ શક્ય બનતો નથી.

ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશનની રચના પૂર્વે ન્યક્લિયર ઊર્જાનો ઉપયોગ પ્રથમ તો વિનાશ માટે કરવામાં આવ્યો હતો. ન્યુક્લિયર હથિયારમાં થતી શૃંખલા વિખંડન પ્રક્રિયા તથા નિયંત્રિત ન્યુક્લિયર રીએક્ટરોમાં થતી પ્રક્રિયામાં ભૌતિકવિજ્ઞાનના સમાન સિદ્ધાંત છે, પરંતુ બંને પ્રકારનાં સાધનોની રચના સંપૂર્ણપણે એકબીજાથી જુદી છે.

શું તમે જાણો છો ?

ન્યુક્લિયર સંલયન (Nuclear fusion)

હાલમાં બધા જ વ્યાપારિક ન્યુક્લિયર રીએક્ટરો ન્યુક્લિયર વિખંડન-પ્રક્રિયા પર આધારિત છે, પરંતુ અન્ય પ્રમાણમાં વધુ સુરક્ષિત પ્રક્રિયા જેને ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા કહે છે તેના દ્વારા પણ ન્યુક્લિયર ઊર્જા ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. સંલયન એટલે બે હલકા ન્યુક્લિયસોને જોડીને ભારે ન્યુક્લિયસ બનાવવાની પ્રક્રિયા, જેમાં મુખ્યત્વે હાઇડ્રોજન અથવા હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકો વડે હિલિયમ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે.

$$^{2}H + {}^{2}H \rightarrow {}^{3}He\,(+n)$$

અહીં પણ, આઇન્સ્ટાઇનના સમીકરણ અનુસાર વિશાળ માત્રામાં ઊર્જા ઉત્સર્જિત થાય છે. ઊર્જા ઉત્સર્જિત થવાનું કારણ એ છે કે, પ્રક્રિયામાં નીપજ ન્યુક્લિયસનું દળ પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં મૂળ ન્યુક્લિયસોના દળના સરવાળા કરતાં થોડું ઓછું હોય છે.

આ પ્રકારની ન્યુક્લિયસ સંલયન પ્રક્રિયા સૂર્ય તથા અન્ય તારાઓની વિપુલ ઊર્જાનો સ્રોત છે. ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયામાં ન્યુક્લિયસોને પરસ્પર જોડાવા માટે પ્રચંડ ઊર્જા જરૂરી છે. ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા થવા માટેની આવશ્યક શરતો આત્યાંતિક (extreme) છે-મિલિયન ડિગ્રી જેટલું તાપમાન અને મિલિયન પાસ્કલ જેટલું દબાણ જરૂરી છે.

હાઇડ્રોજન બૉમ્બ થર્મોન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા પર આધારિત છે. ન્યુક્લિયર બૉમ્બ કે જે યુરેનિયમ અથવા પ્લુટોનિયમના વિખંડન પ્રક્રિયા પર આધારિત છે, તેને હાઇડ્રોજન બૉમ્બની મધ્યમાં રાખવામાં આવે છે. આવા ન્યુક્લિયર બૉમ્બ એવા પદાર્થોમાં સ્થાપિત કરવામાં આવે છે જેમાં ડ્યુટેરિયમ તથા લિથિયમ હોય. જ્યારે આ ન્યુક્લિયર બૉમ્બ (જે વિખંડન પર આધારિત છે)નો વિસ્ફોટ કરવામાં આવે છે ત્યારે આ પદાર્થોનું તાપમાન કેટલીક માઇક્રોસેકન્ડમાં 10^{7} K જેટલું વધી જાય છે. આટલું ઉચ્ચ તાપમાન હલકા ન્યુક્લિયસોનું સંલયન થવા માટે જરૂરી ઊર્જા ઉત્પન્ન કરે છે અને વિનાશક માત્રામાં ઊર્જા મુક્ત થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 14.7

- વર્ગમાં એ પ્રશ્ન પર ચર્ચા કરો કે, સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા, પવનો તથા જૈવભાર ઊર્જાઓનો અંતિમ સ્રોત કયો છે ?
- શું આ સંદર્ભમાં ભૂતાપીય ઊર્જા તથા ન્યુક્લિયર ઊર્જા જુદી છે ? કેમ ?
- તમે જળવિદ્યુત ઊર્જા તથા તરંગઊર્જાને કઈ શ્રેણીમાં રાખશો ?

પ્રશ્નો

1. સૌરકૂકર માટે કયો અરીસો-અંતર્ગોળ, બહિર્ગોળ કે સમતલ સૌથી વધારે યોગ્ય છે ? શા માટે ?
2. મહાસાગરોમાંથી પ્રાપ્ત થતી ઊર્જાની કઈ મર્યાદાઓ છે ?
3. ભૂતાપીય ઊર્જા એટલે શું ?
4. ન્યુક્લિયર ઊર્જાના ફાયદાઓ કયા છે ?

14.4 પર્યાવરણવિષયક પરિણામ (Environmental Consequences)

આગળના વિભાગમાં આપણે ઊર્જાના વિવિધ સ્રોત વિશે અભ્યાસ કર્યો. કોઈ પણ ઊર્જાનો સ્રોત પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ રીતે વિક્ષેપિત કરે છે. આપેલ પરિસ્થિતિમાં જ્યારે આપણે ઊર્જાના સ્રોતની પસંદગી કરીએ ત્યારે તે નીચે પ્રમાણેનાં પરિબળો પર આધાર રાખે છે. સ્રોતમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાની સરળતા, સ્રોતમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવામાં આર્થિક ફાયદો, ઉપલબ્ધ સાધનોની કાર્યક્ષમતા તથા તે ઊર્જાસ્રોતનો ઉપયોગ કરવાથી પર્યાવરણને થતી હાનિ. જ્યારે આપણે CNG જેવા 'સ્વચ્છ' બળતણના વિષયમાં વાત કરીએ છીએ ત્યારે તે કહેવું વધારે યોગ્ય છે કે, અમુક ઊર્જાસ્રોત બીજા સ્રોતની સરખામણીમાં વધારે સ્વચ્છ છે. આપણે પહેલા જોઈ ચૂક્યા છીએ કે, અશ્મિભૂત બળતણના દહનથી હવા પ્રદૂષિત થાય છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં સોલાર સેલ જેવાં ઉપકરણોનો ઉપયોગ ખરેખર પ્રદૂષણમુક્ત હોય છે, પરંતુ એવું બની શકે કે તેવાં ઉપકરણોની રચનાથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચતું હોય. આ વિષયમાં સતત સંશોધન થઈ રહ્યાં છે તથા તેવી ટેક્નોલૉજીના વિકાસનો પ્રયાસ કરવામાં આવી રહ્યો છે, જે વધારે સમય સુધી કાર્ય કરી શકે તથા સમગ્ર કાર્યકાળમાં ઓછું નુકસાન પહોંચાડે.

પ્રવૃત્તિ 14.8

- વિવિધ ઊર્જાસ્રોત વિશેની તથા તે દરેક પર્યાવરણને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે તેની જાણકારી પ્રાપ્ત કરો.
- દરેક ઊર્જાસ્રોતના લાભાલાભ પર ચર્ચા કરો તથા તેના આધારે ઊર્જાનો સર્વોત્તમ સ્રોત પસંદ કરો.

પ્રશ્નો

1. શું કોઈ ઊર્જાસ્રોત પ્રદૂષણમુક્ત હોઈ શકે ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
2. રૉકેટમાં બળતણ તરીકે હાઇડ્રોજનનો ઉપયોગ થાય છે. શું તમે CNG ની સરખામણીમાં તેને વધારે સ્વચ્છ ઇંધણ કહેશો ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?

14.5 કોઈ ઊર્જાસ્રોત આપણા માટે ક્યાં સુધી રહેશે ? (How Long will an Energy Source Last Us ?)

આપણે અગાઉ જોયું કે, અશ્મિગત બળતણો પર આપણે લાંબો સમય નિર્ભર રહી શકીશું નહિ. આ પ્રકારના સ્રોત કે જે કોઈ ને કોઈ દિવસે સમાપ્ત થઈ જશે તેને ખૂટી જાય તેવા અથવા પુનઃ અપ્રાપ્ય સ્રોત કહે છે. આનાથી વિરુદ્ધ જો આપણે લાકડાં સળગાવવા કપાતાં વૃક્ષોના ઉછેર કરી જૈવ દ્રવ્ય ઊર્જાનો યોગ્ય માત્રામાં પ્રબંધ કરીએ તો આપણને અચળ દરે ઊર્જા મળતી રહેશે. આવા ઊર્જાસ્રોત કે જેનું પુનઃઉત્પાદન શક્ય છે તેને પુનઃપ્રાપ્ય સ્રોત કહે છે.

આપણા પ્રાકૃતિક પર્યાવરણમાં પુનઃપ્રાપ્ય ઊર્જા ઉપલબ્ધ છે. આ ઊર્જા, ઊર્જાની સતત અથવા આવર્તીય ધારાઓના રૂપમાં અથવા ભૂમિગત ભંડારોમાં એટલી વિશાળ માત્રામાં સંગૃહીત છે કે તેમાંથી વાપરી શકાય તેવી ઊર્જા ખેંચવા છતાં ભંડાર ખાલી થવાની સંભાવના વ્યાવહારિક દૃષ્ટિએ નગણ્ય છે.

પ્રવૃત્તિ 14.9

- વર્ગમાં નીચેની સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરો :
  - (a) કોલસાનો અંદાજિત જથ્થો આવતાં બસો વર્ષો માટે પર્યાપ્ત છે. શું આ કિસ્સામાં આપણે ચિંતા કરવાની જરૂર છે કે આપણા કોલસાના ભંડાર ખાલી થઈ રહ્યા છે ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
  - (b) એવું અનુમાન છે કે સૂર્ય આગામી 500 કરોડ વર્ષ સુધી જીવિત રહેશે શું આપણે સૌરઊર્જા સમાપ્ત થવાની ચિંતા કરવી જોઈએ ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
- ચર્ચાના આધારે એ નક્કી કરો કે કયો ઊર્જાસ્રોત (a) ખૂટી જાય તેવા (b) અખૂટ (c) પુનઃ પ્રાપ્ય તથા (d) પુનઃઅપ્રાપ્ય છે. તમારી દરેક પસંદગી માટે કારણ આપો.

પ્રશ્નો

1. એવા બે ઊર્જાસ્રોતનાં નામ લખો જેને તમે પુનઃપ્રાપ્ય માનો છો. તમારી પસંદગી માટે કારણ આપો.
2. એવા બે ઊર્જાસ્રોતનાં નામ લખો જેને તમે ખૂટી જાય તેવા માનો છો. તમારી પસંદગી માટે કારણ આપો.

તમે શીખ્યાં કે

- આપણી જીવનશૈલીના સ્તરમાં વધારાની સાથે આપણી ઊર્જાની આવશ્યકતામાં પણ વધારો થાય છે.
- આપણી ઊર્જાની આવશ્યકતાઓની પૂર્તિ કરવા માટે આપણે ઊર્જાના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતામાં સુધારા કરવાનો પ્રયાસ કરીએ છીએ. સાથે-સાથે ઊર્જાના નવા સ્રોત શોધવા તેમજ વાપરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.
- આપણે ઊર્જાના નવીન સ્રોત તરફ ધ્યાન દેવાની પણ જરૂરિયાત છે, કારણ કે આપણા પરંપરાગત ઊર્જાસ્રોત જેમકે, અશ્મિભૂત બળતણ ટૂંક સમયમાં જ સમાપ્ત થવાનું સંકટ છે.
- આપણા ઊર્જાના સ્રોતની પસંદગી તેની ઉપલબ્ધતામાં સરળતા, ઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં થતો ખર્ચો, ઊર્જાસ્રોતના ઉપયોગ માટે ઉપલબ્ધ ટેક્નોલૉજીની કાર્યક્ષમતા, તે સ્રોતના ઉપયોગથી પર્યાવરણ પર થતી અસર જેવાં પરિબળો પર આધારિત છે.
- આપણા મોટા ભાગના ઊર્જાસ્રોત અંતે તો સૂર્યમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરે છે.

સ્વાધ્યાય

Z5V1G8

1. ગરમ પાણી મેળવવા માટે સોલાર વૉટરહીટરનો ઉપયોગ આપણે ક્યારે કરી શકીએ નહિ –

   (a) તડકાવાળો દિવસ (b) વાદળવાળો દિવસ

   (c) ગરમ દિવસ (d) પવનોવાળો દિવસ

2. નીચેના પૈકી કયું જૈવભાર ઊર્જાસ્રોતનું ઉદાહરણ નથી.

(a) લાકડું (b) ગોબર ગૅસ (c) ન્યુક્લિયર ઊર્જા (d) કોલસો

3. જેટલા ઊર્જાસ્રોતનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ તેમાંથી મોટા ભાગે સંગૃહીત સૌરઊર્જાને દર્શાવે છે. નીચેના પૈકી કયો ઊર્જાસ્રોત, અંતે સૌરઊર્જામાંથી મળેલ નથી.

(a) ભૂતાપીય ઊર્જા (b) પવનઊર્જા (c) ન્યુક્લિયર ઊર્જા (d) જૈવભાર

4. પ્રત્યક્ષ ઊર્જાસ્રોતના રૂપમાં અશ્મિભૂત બળતણ અને સૂર્યની સરખામણી કરો અને તફાવત આપો.

5. ઊર્જાસ્રોતના સ્વરૂપમાં જૈવભાર અને જળવિદ્યુતની સરખામણી કરો અને તફાવત લખો.

6. નીચેનામાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવામાં કઈ મર્યાદાઓ છે ?

(a) પવનો (b) તરંગો (c) ભરતી

7. ઊર્જાસ્રોતનું નીચે દર્શાવેલ વર્ગોમાં કયા આધારે વર્ગીકરણ કરશો :

(a) પુનઃપ્રાપ્ય અને પુનઃઅપ્રાપ્ય

(b) ખૂટી જાય તેવા અને અખૂટ

(a) અને (b)માં આપેલ વિકલ્પો સમાન જ છે ?

8. ઊર્જાના આદર્શ સ્રોતમાં કયા ગુણો હોય છે ?

9. સૌરકૂકરના ઉપયોગથી કયા લાભ તથા હાનિ થાય છે ? શું તેવાં પણ સ્થળો છે જ્યાં સૌરકૂકરની ઉપયોગિતા મર્યાદિત હશે ?

10. ઊર્જાની વધતી જતી માંગની પર્યાવરણીય અસર શું છે ? ઊર્જાનો વપરાશ ઓછો કરવા માટે તમે કયા ઉપાયો સૂચવશો ?

પ્રકરણ 15

આપણું પર્યાવરણ (Our Environment)

T5K6E1

આપણે 'પર્યાવરણ' શબ્દથી પરિચિત છીએ. આ શબ્દનો ઉપયોગ ટેલિવિઝન પર, સમાચારપત્રોમાં અને આપણી આસપાસના લોકો દ્વારા સામાન્ય રીતે કરાય છે. આપણા વડીલો આપણને કહે છે કે, હવે તે પર્યાવરણ કે વાતાવરણ રહ્યું નથી કે જે પહેલાં હતું. બીજા કહે છે કે આપણે તંદુરસ્ત કે સ્વસ્થ પર્યાવરણમાં કામ કરવું જોઈએ. પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરવા માટે વિકસિત તેમજ વિકાસશીલ દેશો વૈશ્વિક સંમેલન પણ નિયમિત રીતેથી કરતા રહ્યા છે. આ પ્રકરણમાં આપણે ચર્ચા કરીશું કે વિવિધ પરિબળો પર્યાવરણમાં કઈ રીતે અન્યોન્ય ક્રિયા કરે છે ? અને આપણે પર્યાવરણ પર શું અસર પહોંચાડીએ છીએ ?

15.1 નિવસનતંત્ર – તેનાં ઘટકો/સંઘટકો ક્યા છે ? (Ecosystem – What are Its Components ?)

D5D3P6

બધા સજીવો જેવા કે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ, સૂક્ષ્મ જીવો તેમજ માનવ અને ભૌતિક પરિબળો વચ્ચે પરસ્પર આંતરક્રિયાઓ થાય છે અને પ્રકૃતિમાં સંતુલન જાળવી રાખે છે. કોઈ એક વિસ્તારના બધા સજીવો તથા વાતાવરણના અજૈવિક ઘટકો કે કારકો સંયુક્ત રીતે નિવસનતંત્ર રચે છે. એટલે કે, કોઈ એક નિવસનતંત્રમાં જૈવિક ઘટકો અને અજૈવિક ઘટકો હોય છે. ભૌતિક પરિબળો જેવાં કે, તાપમાન, વરસાદ, હવા, ભૂમિ તેમજ ખનિજ પદાર્થો કે તત્ત્વો વગેરે અજૈવિક ઘટકો છે.

ઉદાહરણ તરીકે, જો તમે બગીચામાં જાઓ ત્યારે તમને વિવિધ વનસ્પતિઓ જેવી કે – ઘાસ, વૃક્ષ, ગુલાબ, મોગરો, સૂર્યમુખી જેવાં પુષ્પોવાળા સુશોભનીય છોડ અને દેડકાઓ, કીટકો તેમજ પક્ષીઓ જેવાં પ્રાણીઓ જોવા મળશે. આ બધા સજીવો પરસ્પર આંતરક્રિયાઓ કરે છે અને તેઓની વૃદ્ધિ, પ્રજનન તેમજ અન્ય ક્રિયાઓ નિવસનતંત્રનાં અજૈવિક ઘટકો દ્વારા અસર પામે છે. આમ, બગીચો એક નિવસનતંત્ર છે. જંગલ (વન), તળાવ અને સરોવર નિવસનતંત્રનાં અન્ય પ્રકારો છે. જે કુદરતી કે નૈસર્ગિક નિવસનતંત્રનાં ઉદાહરણ છે. જ્યારે બગીચો કે ઉદ્યાન અને ખેતર માનવ–સર્જિત (કૃત્રિમ) નિવસનતંત્ર છે.

પ્રવૃત્તિ 15.1

- તમે માછલીઘર જોયું હશે. આવો, તેને બનાવવાનો પ્રયત્ન કરીએ.
- માછલીઘર બનાવતી વખતે આપણે કઈ બાબતોને ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ ? માછલીઓને તરવા માટે પૂરતી જગ્યા (એક મોટો જાર પણ લઈ શકાય છે.) પાણી, ઑક્સિજન તેમજ ખોરાક.
- આપણે ઑક્સિજન–પંપ દ્વારા ઑક્સિજન અને માછલીનો ખોરાક આપી શકીએ છીએ. જે બજારમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.

- જો આપણે તેમાં કેટલીક જલજ વનસ્પતિના છોડ અને પ્રાણીઓ ઉમેરીએ તો આ એક સ્વયંનિર્વાહિત તંત્ર બની જાય છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે આ કેવી રીતે થાય છે ? એક માછલીઘર તે માનવસર્જિત નિવસનતંત્રનું ઉદાહરણ છે.
- આવી રીતે માછલીઘર બનાવ્યા પછી તેને કેટલા સમય સુધી જેવું છે તેવું જ મૂકી શકીએ છીએ ? શું કોઈક વાર તેને સ્વચ્છ કરવું જરૂરી છે ? શું આપણે આવી જ રીતે તળાવો તેમજ સરોવરોને પણ સ્વચ્છ કરવા જોઈએ ? શા માટે ? અને શા માટે નહિ ?

આપણે અગાઉના ધોરણમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે જીવનનિર્વાહને આધારે સજીવોને ઉત્પાદકો, ઉપભોગીઓ તેમજ વિઘટકોના જૂથ કે સમૂહોમાં વહેંચી શકાય છે. આવો, યાદ કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ જે સ્વનિર્ભર કે સ્વયં સંચાલિત નિવસનતંત્ર સ્વયં બનાવે છે. કયા સજીવો સૂર્યના પ્રકાશ તેમજ ક્લોરોફિલની હાજરીમાં અકાર્બનિક પદાર્થોમાંથી કાર્બનિક પદાર્થો જેવા કે શર્કરા તેમજ સ્ટાર્ચનું નિર્માણ કરી શકે છે ? બધી લીલી વનસ્પતિઓ તેમજ કેટલાક બૅક્ટેરિયા જેમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ કરવાની ક્ષમતા હોય છે. તેઓ આ વર્ગમાં સમાવાય છે, તેથી તેઓને ઉત્પાદકો (Producers) કહેવાય છે.

શું બધા સજીવો પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે ખોરાકના હેતુથી ઉત્પાદકો પર આધારિત હોય છે ? આ સજીવો જે ઉત્પાદકો દ્વારા ઉત્પાદિત થયેલા ખોરાક પર પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે નિર્ભર હોય છે, તેઓને ઉપભોગીઓ કહે છે. ઉપભોગીઓને મુખ્યત્વે શાકાહારી, માંસાહારી અને સર્વાહારી તેમજ પરોપજીવીમાં વહેંચવામાં આવે છે. શું આમાંથી પ્રત્યેક પ્રકારના વર્ગનાં ઉદાહરણ જણાવી શકો છો ?

- એવી સ્થિતિ વિચારો કે જ્યારે માછલીઘરને સાફ કરવાનું છોડી દેવામાં આવે તો કેટલીક માછલીઓ તેમજ છોડ તેમાં મરી જાય છે. શું તમે કદી વિચાર્યું છે, ખરેખર શું થાય ? જ્યારે એક સજીવ મરી જાય છે ત્યારે જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) અને ફૂગ જેવા સૂક્ષ્મ જીવો મૃતજૈવ અવશેષોનું વિઘટન (અપમાર્જન) કરે છે. આ સૂક્ષ્મ જીવો વિઘટકો છે કારણ કે તેઓ જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટન કરે છે. જે ભૂમિમાં ભળી જાય છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા પુનઃ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. વિચારો કે તેઓની (વિઘટકોની) ગેરહાજરીમાં મરેલાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ પર શું અસર થાય ? શું વિઘટકોની અહીંયાં ગેરહાજરીમાં પણ ભૂમિની પ્રાકૃતિક રચના પુનઃ થઈ શકે ખરી ?

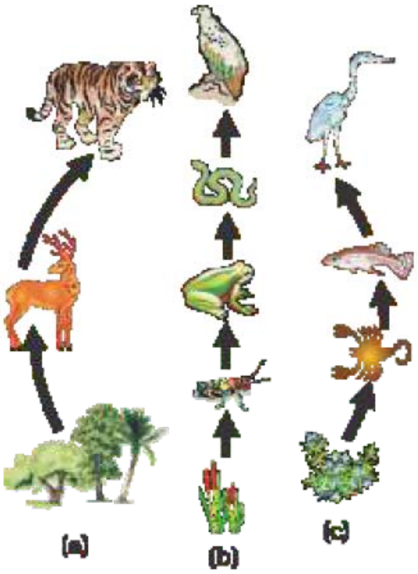
પ્રવૃત્તિ 15.2

- માછલીઘર બનાવતી વખતે શું તમે એ વાતનું ધ્યાન રાખ્યું છે કે, એવાં જળચર પ્રાણીઓને સાથે ન રાખીએ કે જે બીજાં પ્રાણીઓને ખાઈ જાય ? જો ધ્યાન ન રાખવામાં આવે તો શું થાય ?
- જૂથ બનાવો અને ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત સમૂહોમાં સજીવ એકબીજા પર કેવી રીતે નિર્ભર હોય છે.
- જળચર સજીવોનાં નામ તે ક્રમમાં લખો જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવને ખાય છે અને એક એવી શૃંખલાની સ્થાપના કરો જેમાં ઓછામાં ઓછા ત્રણ તબક્કા હોય.

  [ ] → [ ] → [ ]

- શું તમે કોઈ એક સમૂહને સૌથી વધારે મહત્ત્વનું ગણો છો ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?

15.1.1 આહારશૃંખલા તેમજ આહારજાળ/પોષણશૃંખલા તેમજ પોષણજાળ (Food Chains And Food Webs)

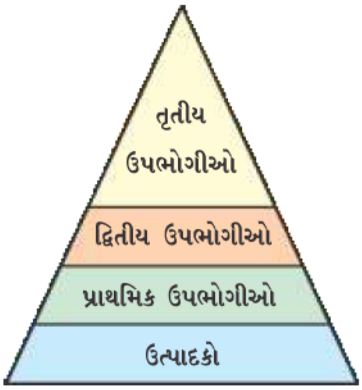


આકૃતિ 15.1
કુદરતમાં આહારશૃંખલા (પોષક શૃંખલા)
(a) જંગલમાં (b) તૃણભૂમિમાં અને
(c) ખાબોચિયાંમાં

પ્રવૃત્તિ 15.2માં આપણે સજીવોની એક શૃંખલા બનાવી હતી, જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવનો આહાર તરીકે ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ જૈવિકસ્તરો પર ભાગ લેનારા સજીવોની આ શૃંખલા આહારશૃંખલા (Food Chain)નું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 15.1).

આહારશૃંખલાનું પ્રત્યેક ચરણ કે તબક્કો કે કડી એક પોષકસ્તર બનાવે છે. સ્વયંપોષી અથવા ઉત્પાદકો, પ્રથમ પોષકસ્તર બનાવે છે અને સૌરઊર્જાનું સ્થાપના કરીને તેને વિષમપોષીઓ અથવા ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ય બનાવે છે. શાકાહારી અથવા પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વિતીય પોષકસ્તર બનાવે છે, નાનાં માંસાહારીઓ અથવા દ્વિતીય ઉપભોગીઓ ત્રીજું કે તૃતીય પોષકસ્તર બનાવે છે અને મોટા માંસાહારીઓ અથવા તૃતીય ઉપભોગીઓ ચોથા પોષકસ્તરનું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 15.2).

આપણે જાણીએ છીએ કે જે ખોરાક આપણે ખાઈએ છીએ, તે આપણા માટે ઊર્જાના સ્રોતનું કાર્ય કરે છે અને વિવિધ કાર્યો માટે ઊર્જા આપે છે. આમ, પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકોની પરસ્પર આંતરક્રિયાઓમાં તંત્રના એક ઘટકમાંથી બીજા ઘટકમાં ઊર્જાના પ્રવાહનું વહન થાય છે. આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો સૌરપ્રકાશમાંથી પ્રકાશઊર્જાને પ્રાપ્ત કરીને તેને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવી નાખે છે. આ ઊર્જા સમગ્ર જીવસૃષ્ટિના સજીવ સમુદાયની બધી ક્રિયાઓનું સંપાદન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. સ્વયંપોષીમાંથી ઊર્જા વિષમપોષી તેમજ વિઘટકો સુધી જાય છે. 'ઊર્જાના સ્રોતો' પ્રકરણમાં આપણે જોઈ ગયાં કે જ્યારે ઊર્જાના એક સ્વરૂપમાંથી ઊર્જાના બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તન થાય છે, ત્યારે પર્યાવરણમાં ઊર્જાનો કેટલોક જથ્થો બિનઉપયોગી ઊર્જાના સ્વરૂપમાં વ્યય પામે છે અને તેનો પુનઃ ઉપયોગ કરી શકાતો નથી. આપણે પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકોની વચ્ચે ઊર્જાના પ્રવાહનો વહન વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરી ગયા તેના આધારે કહી શકાય કે,



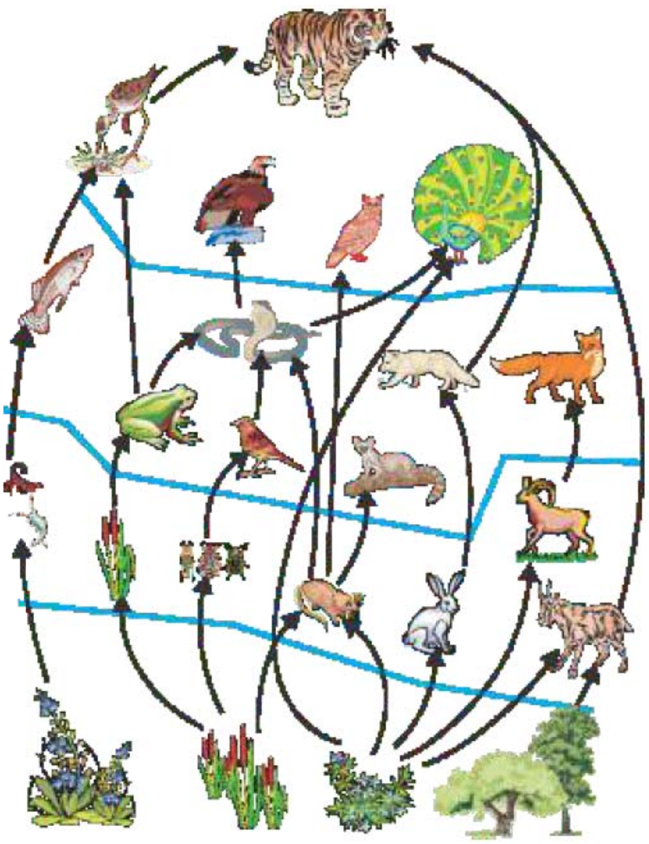
આકૃતિ 15.2
પોષકસ્તરો

- એક સ્થલજ નિવસનતંત્રમાં લીલી વનસ્પતિઓનાં પર્ણો દ્વારા પ્રાપ્ત થનારી સૌરઊર્જાનો લગભગ 1 % ભાગ ખાદ્યઊર્જામાં રૂપાંતરિત થાય છે.
- જ્યારે લીલી વનસ્પતિઓ પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વારા ખવાઈ જાય છે ત્યારે મોટા ભાગની ઊર્જા પર્યાવરણમાં ઉષ્મા સ્વરૂપે વ્યય પામે છે. જ્યારે કેટલીક માત્રાનો ઉપયોગ પાચન જેવી વિવિધ જૈવિક ક્રિયાઓમાં, વૃદ્ધિ તેમજ પ્રજનનમાં થાય છે. ખાધેલા ખોરાકની માત્રાના લગભગ 10 % જ સજીવ શરીરમાં સંગ્રહ પામે છે, જે તેની આગળના પોષકસ્તરના ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ય બને છે.
- આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે પ્રત્યેક સ્તર પર પ્રાપ્ય કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાની સરેરાશ 10 % જ ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર સુધી પહોંચાડે છે.
- ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર માટે ઊર્જાની ખૂબ જ ઓછી માત્રા પ્રાપ્ત હોય છે. આમ, આહારશૃંખલા સામાન્યતઃ ત્રણ અથવા ચાર ચરણની હોય છે. પ્રત્યેક ચરણ પર ઊર્જાનો વ્યય વધારે થાય છે જેના કારણે ચોથા પોષકસ્તરના પછીના સજીવો માટે ઉપયોગી ઊર્જાની માત્રા ખૂબ જ ઓછી રહી જાય છે.
- સામાન્ય રીતે નીચેના પોષકસ્તરમાં સજીવોની સંખ્યા વધારે હોય છે એટલે કે, ઉત્પાદકોના સ્તરમાં આ સંખ્યા સૌથી વધારે હોય છે.

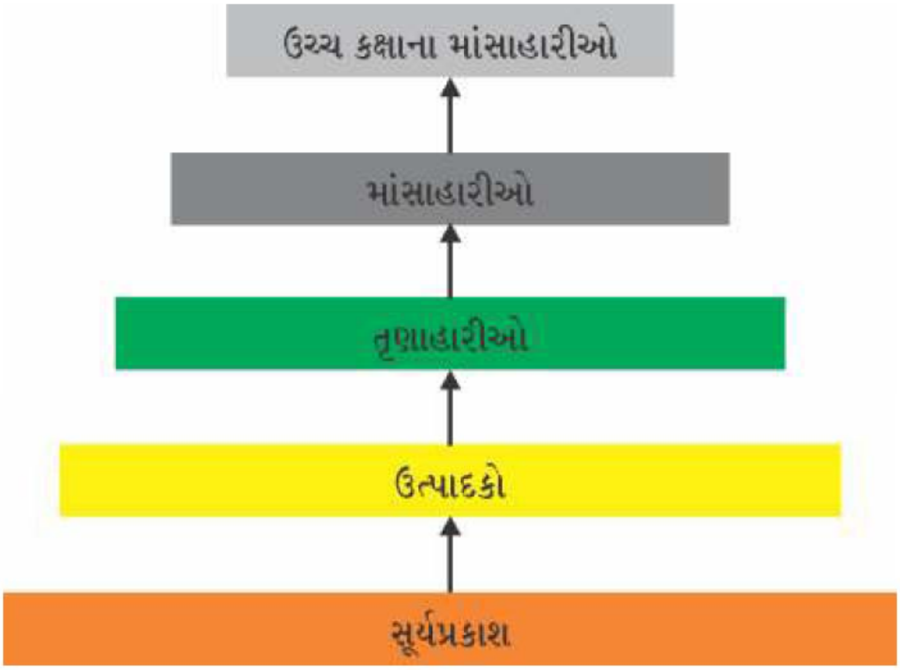
■ વિવિધ આહારશૃંખલાઓની લંબાઈ તેમજ જટિલતામાં ખૂબ જ ભિન્નતા હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રત્યેક સજીવ બે અથવા વધારે પ્રકારના સજીવો દ્વારા આહાર તરીકે ઉપયોગી બને છે અને અનેક પ્રકારના સજીવોનો આહાર બને છે. આમ, એક સીધી આહાર-શૃંખલાને સ્થાને સજીવોની વચ્ચે આહાર સંબંધો શાખાયુક્ત બને છે તથા શાખાયુક્ત શૃંખલાઓની એક જાળીરૂપ રચના બનાવે છે. જેને 'આહારજાળ' (Food Web) કહે છે (આકૃતિ 15.3).

ઊર્જાવહન આકૃતિ 15.4 પરથી બે બાબતો સ્પષ્ટ થાય છે : પહેલી બાબત ઊર્જાનું વહન એક જ દિશામાં થાય છે. સ્વયંપોષી સજીવો દ્વારા ગ્રહણ કરાયેલી ઊર્જા પુનઃ સૌરઊર્જામાં પરિવર્તિત થઈ શકતી નથી અને શાકાહારીઓમાંથી સ્થળાંતરિત થયેલી ઊર્જા પુનઃ સ્વયંપોષી સજીવોને માટે પ્રાપ્ય બનતી નથી. જેમ-જેમ ઊર્જા વિવિધ પોષકસ્તરો પર ક્રમિક સ્થળાંતરિત થાય છે. તે પોતાના સ્તરથી અગાઉના સ્તર માટે પ્રાપ્ય હોતી નથી. બીજી બાબત કે પ્રત્યેક પોષકસ્તરે ઊર્જા વ્યયના કારણે પ્રાપ્ય ઊર્જાનું પ્રમાણ ક્રમશઃ ઘટતું જાય છે.

આહારશૃંખલાની બીજી બાબત એ પણ છે કે આપણી જાણકારી વિના જ કેટલાક હાનિકારક રાસાયણિક પદાર્થો આહારશૃંખલામાંથી પસાર થઈને આપણા શરીરમાં પ્રવેશ પામે છે. તમે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છો કે



આકૃતિ 15.3
વિવિધ આહારશૃંખલાઓ દ્વારા બનતી આહારજાળ



આકૃતિ 15.4 એક નિવસનતંત્રમાં થતું ઊર્જાનું વહન દર્શાવતો રેખાંકન

જલપ્રદૂષણ કેવી રીતે થાય છે. તેનું એક કારણ એ છે કે, પાકને વિવિધ પ્રકારના રોગ તેમજ કીટકોથી બચાવવા માટે જંતુનાશકો તેમજ રસાયણોનો વધુમાં વધુ ઉપયોગ કરાય છે. આ રસાયણો વહી જઈને માટીમાં અથવા પાણીના સ્રોતમાં ભળે છે. માટીમાંથી આ પદાર્થોનું વનસ્પતિઓ દ્વારા પાણી તેમજ ખનિજોની સાથે-સાથે શોષણ થાય છે અને જળાશયોમાંથી તે જલીય વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓમાં પ્રવેશ કરે છે. આ રીતે તેઓ આહારશૃંખલામાં પ્રવેશ કરે છે. કારણ કે, આ પદાર્થો જૈવિક અવિઘટનીય હોવાથી પ્રત્યેક પોષકસ્તરોમાં ઉત્તરોત્તર (વધારેમાં વધારે) સંગ્રહ પામતા જાય છે. કોઈ પણ આહારશૃંખલામાં મનુષ્ય અગ્રસ્થાને હોય છે. તેથી આપણા શરીરમાં આ રસાયણો સૌથી વધુ માત્રામાં સંચય પામતા જાય છે. આ ઘટનાને 'જૈવિક વિશાલન' (Biological Magnification) કહે છે. આ કારણે આપણે ખાદ્યપદાર્થો જેવા કે ઘઉં અને ચોખા, શાકભાજી, ફળ અને માંસમાં જંતુનાશક રસાયણોની વિવિધ માત્રામાં હાજરી જણાય છે. પાણીથી ધોઈને કે અન્ય રીતે તેમને દૂર કરી શકાતા નથી.

પ્રવૃત્તિ 15.3

- સમાચારપત્રોમાં તૈયાર ખાદ્યસામગ્રી અથવા ખાવાયોગ્ય પદાર્થોમાં જંતુનાશક તેમજ રસાયણોની માત્રાના વિષયમાં સામાન્ય રીતે સમાચાર છપાતાં રહે છે. કેટલાંક રાજ્યોએ આ પદાર્થો પર પ્રતિબંધ પણ લગાડ્યો છે. આ પ્રકારનો પ્રતિબંધ યોગ્ય છે કે નહિ તેના પર ચર્ચા કરો.
- તમારા વિચારમાં આ ખાદ્યપદાર્થોમાં જંતુનાશકોનો સ્રોત કયો છે ? શું આ જંતુનાશક પદાર્થો અન્ય ખાદ્ય સ્રોતોના માધ્યમથી આપણા શરીરમાં પહોંચી શકે છે ?
- કયા ઉપાયો દ્વારા શરીરમાં જંતુનાશક પદાર્થો કે રસાયણોની માત્રા ઓછી કરી શકાય છે. ચર્ચા કરો.

પ્રશ્નો

1. પોષકસ્તરો એટલે શું ? એક આહારશૃંખલાનું ઉદાહરણ આપો અને તેમાંના વિવિધ પોષકસ્તરો જણાવો.
2. નિવસનતંત્રમાં વિઘટકોની ભૂમિકા શું છે ?

R5J6E5

15.2 આપણી પ્રવૃત્તિઓ પર્યાવરણને કેવી રીતે અસર પહોંચાડી શકે છે ? (How Do Our Activities Affect The Enviroment ?)

આપણે બધા પર્યાવરણના અંતર્ગત ભાગ સ્વરૂપે છીએ. તેથી પર્યાવરણમાં થતું પરિવર્તન આપણને અસર પહોંચાડે છે અને આપણી પ્રવૃત્તિઓ આપણી ચારે તરફના પર્યાવરણને અસર પહોંચાડે છે. ધોરણ IXમાં આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં કે આપણી પ્રવૃત્તિ પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ પ્રકારે પ્રભાવિત કરે છે. આ ભાગમાં આપણે પર્યાવરણસંબંધી બે સમસ્યાઓના વિષયમાં વિસ્તૃતથી ચર્ચા કરીશું જેવી કે ઓઝોનના સ્તરનું વિઘટન અને કચરાનું વ્યવસ્થાપન.

15.2.1 ઓઝોનસ્તર અને તે કેવી રીતે વિઘટન પામે છે ? (Ozone Layer And How It Is Getting Depleted ?)

ઓઝોન (O_3)નો અણુ ઑક્સિજનના ત્રણ પરમાણુઓથી બને છે. જ્યારે સામાન્ય ઑક્સિજન જેના અણુમાં બે પરમાણુઓ હોય છે. તે ઑક્સિજન બધા પ્રકારના જારક સજીવો માટે આવશ્યક છે. ઓઝોન એક ઘાતક વિષ છે. પરંતુ વાતાવરણના ઉપરિસ્તરમાં ઓઝોન એક આવશ્યક કાર્ય સંપાદિત કરે છે. તે સૂર્યમાંથી આવતા પારજાંબલી વિકિરણોથી પૃથ્વીને રક્ષણ આપે છે. આ પારજાંબલી વિકિરણો સજીવો

માટે અત્યંત હાનિકારક છે. ઉદાહરણ તરીકે, માનવમાં ત્વચાનું કેન્સર ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

વાતાવરણના ઉચ્ચસ્તર પર પારજાંબલી (UV) વિકિરણોની અસરથી ઑક્સિજન (O_2) અણુઓથી ઓઝોન બને છે. ઉચ્ચ ઊર્જાવાળા પારજાંબલી વિકિરણો ઑક્સિજન અણુઓ (O_2)નું વિઘટિત કરી સ્વતંત્ર ઑક્સિજન (O) પરમાણુ બનાવે છે. ઑક્સિજનનો આ સ્વતંત્ર પરમાણુ ઑક્સિજનના અણુ સાથે સંયોજાઈને સમીકરણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઓઝોન અણુ બનાવે છે.

$$O_2 \xrightarrow{\text{પારજાંબલી (UV) વિકિરણો}} O + O$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \text{ (ઓઝોન)}$$

1980થી વાતાવરણમાં ઓઝોનની માત્રામાં ઝડપથી ઘટાડો થઈ રહ્યો છે. ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન (CFCs) જેવાં માનવ સંશ્લેષિત રસાયણોને તેનો મુખ્ય પરિબળ ગણવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ રેફ્રિજરેટર તેમજ અગ્નિશમન (Fire Extinguishers) માટે થાય છે. 1987માં સંયુક્ત રાષ્ટ્ર પર્યાવરણ કાર્યક્રમ UNEP (United Nation Environmental Programme)માં સર્વાનુમતે નક્કી કરવામાં આવ્યું કે CFCનું ઉત્પાદનને 1986ના સ્તર પર જ સીમિત રાખવામાં આવે. હવે રેફ્રિજરેટર બનાવતી વિશ્વની પ્રત્યેક કંપનીઓ માટે CFC મુક્ત રેફ્રિજરેટર બનાવવાનું ફરજિયાત કરવામાં આવ્યું છે.

પ્રવૃત્તિ 15.4

- પુસ્તકાલય, ઇન્ટરનેટ અથવા સમાચારપત્રોમાંથી જાણકારી મેળવો કે કયાં રસાયણો ઓઝોનના સ્તરના વિઘટન માટે જવાબદાર છે ?
- જાણકારી મેળવો કે આ પદાર્થોનું ઉત્પાદન તેમજ ઉત્સર્જનનું નિયમનસંબંધી કાયદો ઓઝોન વિઘટનને ઓછા કરવામાં કેટલો સફળ રહ્યો છે ? શું છેલ્લાં કેટલાંક વર્ષોમાં ઓઝોન-ગર્તના આકાર કે કદમાં કોઈ પરિવર્તન આવ્યું છે ?

15.2.2 આપણા દ્વારા નિર્માણ પામતા કચરાનું પ્રબંધન

(Managing The Garbage We Produce)

આપણી દૈનિક ગતિવિધિઓમાં આપણે ઘણા એવા પદાર્થોનું નિર્માણ કરીએ છીએ જેને આપણે ફેંકી દઈએ છીએ. આ નકામા પદાર્થો કયા છે ? જ્યારે આપણે તેમને ફેંકી દઈએ છીએ ત્યારે તેઓનું શું થાય છે ? આવો, આ પ્રશ્નોના જવાબ જાણવા માટે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 15.5

- તમારા ઘરેથી કચરો એકત્રિત કરો. તેમાં આખા દિવસમાં ઉત્પન્ન થયેલો કચરો જેમ કે રસોડાનો કચરો (વાસી ખોરાક, શાકભાજીનાં છોતરાં, ચાનો ઉપયોગ કરેલાં પાન, દૂધની ખાલી થેલીઓ અને ખાલી ડબા), નકામા કાગળ, દવાની ખાલી શીશીઓ/સ્ટ્રિપ્સ (પતરા), બબલ પૅક, જૂનાં-ફાટેલાં કપડાં અને તૂટેલાં જૂતા વગેરે હોઈ શકે છે.
- તેને શાળાના બગીચામાં એક ખાડો કરીને દબાવી દો. જો એવું સ્થાન પ્રાપ્ત ન હોય તો આ કચરાને કોઈ જૂની ડોલમાં અથવા કૂંડામાં એકત્રિત કરીને તેને 15 cm જાડી માટીના સ્તરથી ઢાંકી દો.
- તેને પાણીનો છંટકાવ કરીને ભીનું રાખો અને 15 દિવસ પછી તેનું અવલોકન કરો.
- તે કયા પદાર્થો છે જે લાંબા સમય પછી પણ અપરિવર્તિત રહ્યા છે ?
- તે કયા પદાર્થો છે કે જેના સ્વરૂપ કે સંરચનામાં પરિવર્તન આવ્યું છે ?
- જે પદાર્થોના સ્વરૂપમાં સમયની સાથે પરિવર્તન આવે છે, તે પૈકી કયા પદાર્થો છે કે જે વધુ ઝડપથી પરિવર્તિત થાય છે ?

આપણે 'જૈવિક ક્રિયાઓના' પ્રકરણમાં અભ્યાસ કર્યો કે, આપણા દ્વારા ખાધેલા કે ભોજનમાં લીધેલા ખોરાકનું પાચન વિવિધ ઉત્સેચકો દ્વારા થાય છે. પણ શું તમે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે એક જ ઉત્સેચક ખોરાકના બધા જ પદાર્થોનું પાચન કેમ કરી શકતો નથી ? ઉત્સેચકો પોતાની ક્રિયામાં ચોક્કસ હોય છે. એટલે કે કોઈ વિશેષ પ્રકારના પદાર્થનું પાચન કે વિઘટન કરવા માટે વિશિષ્ટ ઉત્સેચકની જરૂરિયાત હોય છે. એટલે જ કોલસા ખાવાથી આપણને ઊર્જા પ્રાપ્ત નથી થતી. આ કારણે જ પ્લાસ્ટિક જેવા માનવનિર્મિત ઘણાબધા પદાર્થોનું વિઘટન જીવાણુ કે અન્ય મૃતોપજીવીઓ દ્વારા થઈ શકતું નથી. આ પદાર્થો પર ભૌતિકક્રિયા જેવી કે તાપમાન અને દબાણની અસર થાય છે, પરંતુ સામાન્ય અવસ્થામાં તેઓ લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં અવિઘટિત સ્વરૂપે ટકી રહે છે.

જે પદાર્થો જૈવિકક્રિયા દ્વારા વિઘટિત થાય છે. તેઓને 'જૈવવિઘટનીય' પદાર્થો કહેવાય છે. ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં તમારા દ્વારા ખાડામાં દાટેલા પદાર્થોમાંથી કેટલા પદાર્થો 'જૈવવિઘટનીય' છે ? જે પદાર્થો જૈવક્રિયામાં વિઘટન પામતા નથી તેવા પદાર્થોને 'જૈવઅવિઘટનીય' પદાર્થો કહેવાય છે. આ પદાર્થો સામાન્યતઃ અવિઘટનીય હોવાથી અને આ દરમિયાન અને લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં ટકી રહી શકે છે અને આ દરમિયાન પર્યાવરણના અન્ય સભ્યોને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે.

પ્રવૃત્તિ 15.6

- પુસ્તકાલય અથવા ઇન્ટરનેટ દ્વારા જૈવવિઘટનીય તેમજ જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થોના વિષયમાં વધારે જાણકારી મેળવો.
- જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો કેટલા સમય સુધી પર્યાવરણમાં એ જ સ્વરૂપમાં રહી શકે છે ?
- આજકાલ જૈવવિઘટનીય પ્લાસ્ટિક મળી રહે છે. આ પદાર્થોના વિષયમાં હજુ વધારે જાણકારી મેળવો અને શોધી કાઢો કે શું તેની પર્યાવરણ પર નુકસાનકારક અસર થાય છે કે નહિ ?

પ્રશ્નો

1. શા માટે કેટલાક પદાર્થો જૈવવિઘટનીય હોય છે અને કેટલાક પદાર્થો જૈવઅવિઘટનીય હોય છે ?
2. એવી બે રીતો દર્શાવો કે જેમાં જૈવવિઘટનીય પદાર્થો પર્યાવરણને પ્રભાવિત કરે છે.
3. એવી બે રીતો દર્શાવો કે જેમાં જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો પર્યાવરણને પ્રભાવિત કરે છે.

કોઈ પણ શહેર તેમજ કસ્બામાં જતાં ચારે તરફ કચરાનો ઢગલો જોવા મળે છે. કોઈ પર્યટન સ્થળની મુલાકાત લઈએ તો, આપણને વિશ્વાસ છે કે ત્યાં પણ વિપુલ પ્રમાણમાં ખાદ્યપદાર્થોની ખાલી થેલીઓ અહીં-તહીં ફેલાયેલી કે વિખરાયેલી જોવા મળશે. અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા આ કચરાનો નિકાલ કરવાના ઉપાયો વિશે ચર્ચા કરી હતી. આવો, આ સમસ્યા પર વધારે ગંભીરતાથી ધ્યાન આપીએ.

પ્રવૃત્તિ 15.7

- જાણકારી મેળવો કે ઘરોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કચરાનું શું થાય છે ? શું કોઈ સ્થાન પરથી તેને એકઠો કરવા માટેની કોઈ વ્યવસ્થા છે ?
- જાણકારી મેળવો કે સ્થાનીય વ્યવસ્થાપકો (પંચાયત, નગરપાલિકા, આવાસ કલ્યાણ સમિતિ) દ્વારા આ કચરાના નિકાલ માટેની કોઈ પ્રકારની વ્યવસ્થા થાય છે ? શું ત્યાં જૈવવિઘટિત અને જૈવઅવિઘટિત કચરાને અલગ-અલગ કરવાની વ્યવસ્થા છે ?
- ગણતરી કરો કે એક દિવસમાં ઘરમાંથી કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિઘટનીય છે ?
- ગણતરી કરો કે વર્ગમાં પ્રતિદિન કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિઘટનીય છે ?
- આ કચરાના નિકાલ માટેનો કોઈ ઉપાય બતાવો.

પ્રવૃત્તિ 15.8

- જાણકારી મેળવો કે તમારા વિસ્તારમાં સુએઝ ટ્રિટમેન્ટની કોઈ વ્યવસ્થા છે ? શું ત્યાં એ બાબતની વ્યવસ્થા છે કે સ્થાનીય જળાશય તેમજ જળના અન્ય સ્રોત ટ્રિટમેન્ટ વગરના સુએઝની અસર અનુભવે છે ?
- શું ત્યાં આ બાબતનું પ્રબંધન છે કે જેનાથી સુનિશ્ચિત થઈ શકે કે આ પદાર્થો ભૂમિ અને પાણીનું પ્રદૂષણ કરતાં નથી ?

આપણી જીવનશૈલીમાં સુધારણાની સાથે ઉત્પાદિત કચરાની માત્રા પણ ખૂબ જ વધારે વધી ગઈ છે. આપણી વર્તણૂકમાં પરિવર્તન પણ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આપણે એક વખત વાપરીને ફેંકી દેવાય તેવી વસ્તુઓનો વધારે ઉપયોગ કરવા લાગ્યા છીએ. પૅકેજિંગની પદ્ધતિઓમાં પરિવર્તન આવવાથી જૈવઅવિઘટિત સ્વરૂપની વસ્તુના કચરામાં ઘણો વધારો થયો છે. તમારા વિચારથી આ બધાં જ ઘટકોની પર્યાવરણ પર શું અસર થઈ શકે છે ?

આના વિશે વિચાર કરો

ટ્રેનોમાં નિવર્તનીય કપ (Disposable Cups In Trains)

જો તમે તમારાં માતા-પિતાને પૂછશો તો સંભવતઃ તેઓને યાદ હશે કે ટ્રેનોમાં ચા કાચના ગ્લાસમાં આપવામાં આવતી હતી. જેને ચા વેચનારા પાછા લઈ જતા હતા. ડિસ્પોઝેબલ કપ તેમજ ગ્લાસ સ્વચ્છ અને સ્વાસ્થ્ય માટે સારા છે તેવું માનીને તેનો ઉપયોગ વધુ થવા લાગ્યો. તે સમયે કોઈએ પણ કલ્પના કરી નહિ હોય કે પ્રતિદિન લાખોની સંખ્યામાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા આ કપના જમા થવાથી શું થશે. કેટલાક સમય પહેલાં માટીમાંથી બનાવેલ કુલડીને તેના વિકલ્પ સ્વરૂપે લાવવામાં આવી. પરંતુ તેના પર વિચાર ન કર્યો કે આટલી મોટી સંખ્યામાં કુલડી બનાવવા માટે કેટલી ફળદ્રુપ માટીનો ઉપયોગ થશે ? હવે, કાગળના ડિસ્પોઝેબલ કપનો વપરાશ થઈ રહ્યો છે. તમારા વિચારને આધારે ડિસ્પોઝેબલ કપની તુલનામાં કાગળના ડિસ્પોઝેબલ કપનો વપરાશ શું લાભદાયક છે ?

પ્રવૃત્તિ 15.9

- ઇન્ટરનેટ અથવા પુસ્તકાલયની મદદથી જાણકારી મેળવો કે ઇલેક્ટ્રૉનિક વસ્તુઓનો નિકાલ કરતા સમયે કઈ ખતરનાક વસ્તુઓથી સાવધાની રાખવી જોઈએ ? આ પદાર્થ પર્યાવરણને કઈ રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
- જાણકારી મેળવો કે પ્લાસ્ટિકનું પુનઃચક્રીકરણ કઈ રીતે થાય છે ? શું પ્લાસ્ટિકના પુનઃચક્રીકરણથી પર્યાવરણને કોઈ નુકસાન થઈ શકે છે ?

પ્રશ્નો

1. ઓઝોન એટલે શું ? અને તે કોઈ નિવસનતંત્રને કેવી રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
2. તમે કચરાના નિકાલની સમસ્યાને ઓછી કરવામાં શું યોગદાન આપી શકો છો ? કોઈ પણ બે પદ્ધતિઓનાં નામ આપો.

તમે શીખ્યાં કે

- નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો આંતરક્રિયાઓ કરે છે.
- ઉત્પાદકો સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાને નિવસનતંત્રના અન્ય સભ્યોને પ્રાપ્ય કરાવે છે.
- જ્યારે આપણે એક પોષકસ્તરમાંથી બીજા પોષકસ્તર પર જઈએ ત્યારે ઊર્જાનો ઘટાડો કે વ્યય થાય છે જે આહાર-શૃંખલામાં પોષકસ્તરોને સીમિત કરી દે છે.
- માનવની પ્રવૃત્તિઓની પર્યાવરણ પર અસર થાય છે.
- CFCs જેવાં રસાયણો દ્વારા ઓઝોનના સ્તરને નુકસાન પહોંચાડે છે. આ ઓઝોનસ્તર સૂર્ય તરફથી આવનારા પારજાંબલી (UV) વિકિરણોથી સજીવોને રક્ષણ આપતું આવરણ છે. તેથી તેની ક્ષતિથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચી શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરો જૈવવિઘટનીય અથવા જૈવઅવિઘટનીય હોઈ શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરાનો નિકાલ એક ગંભીર પર્યાવરણીય સમસ્યા છે.

સ્વાધ્યાય

M7U4U7

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો સમૂહ માત્ર જૈવવિઘટનીય પદાર્થો છે ?

(a) ઘાસ, પુષ્પો અને ચામડું

(b) ઘાસ, લાકડું અને પ્લાસ્ટિક

(c) ફળોની છાલ, કેક તેમજ લીંબુનો રસ

(d) કેક, લાકડું તેમજ ઘાસ

2. નીચેનામાંથી કોણ આહારશૃંખલાનું નિર્માણ કરે છે ?

(a) ઘાસ, ઘઉં અને કેરી

(b) ઘાસ, બકરી અને માનવ

(c) બકરી, ગાય અને હાથી

(d) ઘાસ, માછલી અને બકરી

3. નીચે આપેલમાંથી કયો પર્યાવરણ પ્રત્યેનો હકારાત્મક અભિગમ દર્શાવે છે ?

(a) બજાર જતી વખતે સામાન માટે કપડાંની થેલીઓ લઈ જવી.

(b) કાર્ય સમાપ્ત થવાની સાથે લાઇટ (બલ્બ) અને પંખાની સ્વિચો બંધ કરી દેવી.

(c) માતા દ્વારા, સ્કૂટર દ્વારા શાળાએ મૂકવા આવવાને સ્થાને તમારી શાળાએ ચાલતા જવું.

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ

4. જો આપણે એક પોષકસ્તરના બધા જ સભ્યોને દૂર કરી નાખીએ તો (મારી નાખીએ) તો શું થશે ?

5. શું કોઈ પોષકસ્તરના બધા જ સભ્યોને દૂર કરવાથી થતી અસર ભિન્ન-ભિન્ન પોષકસ્તરો માટે અલગ-અલગ હોય છે ? શું કોઈ પોષકસ્તરના સજીવોને નિવસનતંત્રને અસર પહોંચાડ્યા વગર દૂર કરવા સંભવ છે ?

6. જૈવિક વિશાલન એટલે શું ? શું નિવસનતંત્રના વિવિધ સ્તરો પર જૈવિક વિશાલનની અસર પણ ભિન્ન–ભિન્ન હોય છે ?

7. આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત જૈવઅવિઘટનીય કચરાથી કઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?

8. જો આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત બધો જ કચરો જૈવવિઘટનીય હોય, તો શું તેની આપણા પર્યાવરણ પર કોઈ અસર નહિ થાય ?

9. ઓઝોનસ્તરના વિઘટનની આપણા માટે ચિંતાનો વિષય શા માટે છે ? આ વિઘટનને સીમિત કરવા માટે કયાં પગલાં લેવાં જોઈએ ?

D8E2L1

પ્રકરણ 16

નૈસર્ગિક સ્રોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન) (Sustainable Management of Natural Resources)

'કુદરત સાથે લયમાં જીવવું એ આપણા માટે નવું નથી.' સંપોષિત (ટકાઉ) જીવન ભારતની સંસ્કૃતિ અને પરંપરાનો એક ભાગ છે. વર્ષોથી ચાલી આવતી આપણી અખંડ પરંપરાઓ, પ્રવૃત્તિઓ, કલા અને ઉદ્યોગો, તહેવારો, ખોરાક, માન્યતાઓ, ધાર્મિક રીતિઓ અને લોકવાયકાઓ સાથે સંપોષિત જીવન વણાયેલું છે. 'સમગ્ર વિશ્વ એક સંવાદિતામાં રહે તેવું તત્ત્વજ્ઞાન આપણને આપવામાં આવેલું છે.' જે સંસ્કૃત કણિકા 'વસુધૈવ કુટુમ્બકમ્' એટલે કે સમગ્ર વિશ્વ મારું ઘર છે તે ભાવના સાથે જોડાયેલું છે. આ કણિકા પ્રાચીન ભારતીય ગ્રંથ અથર્વવેદના એક ભાગ મહાઉપનિષદમાંથી લેવાઈ હોય તેવું મનાય છે.

ધોરણ IXમાં આપણે નૈસર્ગિક સ્રોતો જેવા કે ભૂમિ (મૃદા), હવા તેમજ પાણીના વિશે અભ્યાસ કર્યો અને એ પણ જાણ્યું કે વિવિધ સંઘટકોનું પ્રકૃતિમાં વારંવાર ચક્રીકરણ કેવી રીતે થાય છે ? આ પહેલાંના પ્રકરણમાં આપણે એ પણ અભ્યાસ કર્યો કે, માનવીય પ્રવૃત્તિમાંથી આ સ્રોતોનું પ્રદૂષણ થાય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલાક સ્રોતો વિશે જાણીશું અને એ પણ જાણીશું કે આપણે કેવી રીતે તેમનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ ? શક્ય છે કે આપણે એ પણ વિચારીએ કે આપણે આપણા સ્રોતોનો ઉપયોગ એ રીતે કરવો જોઈએ જેથી સ્રોતોનું સુપોષણ થઈ શકે અને આપણે આપણા પર્યાવરણનું રક્ષણ પણ કરી શકીએ. આપણે જંગલ, વન્યજીવન, પાણી, કોલસા અને પેટ્રોલિયમ જેવા નૈસર્ગિક સ્રોતોની ચર્ચા કરીશું અને તે સમસ્યાઓ પર પણ વિચાર કરીશું કે સુપોષિત વિકાસ માટે આ સ્રોતોનું પરંપરાગત પ્રવૃત્તિઓ વડે વ્યવસ્થાપન કેવી રીતે કરી શકાય ?

આપણે ઘણી વાર પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ વિશે સાંભળીએ કે વાંચીએ છીએ. આ મોટા ભાગની વૈશ્વિક સમસ્યાઓ છે અને તેમનું સમાધાન કરવામાં આપણે આપણી જાતને અસહાય માનીએ છીએ. તેના માટે અનેક આંતરરાષ્ટ્રીય કાયદા તેમજ નિયંત્રણ છે અને આપણા દેશમાં પણ પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે અનેક કાયદા છે. અનેક રાષ્ટ્રીય તેમજ આંતરરાષ્ટ્રીય સંગઠનો પણ પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે કાર્ય કરી રહ્યા છે.

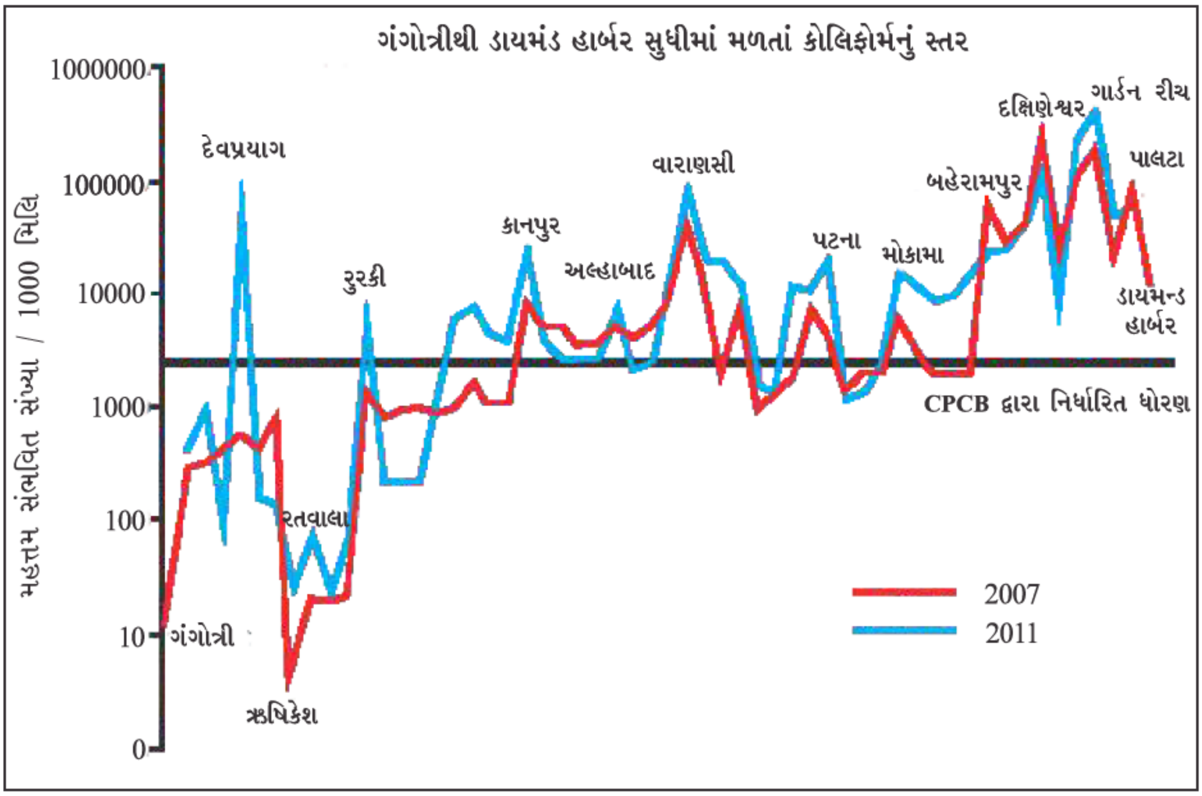
પ્રવૃત્તિ 16.1

- કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના ઉત્સર્જનના નિયમન માટે આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણોની જાણકારી મેળવો.
- આ વિષય પર વર્ગમાં ચર્ચા કરો કે આપણે આ ધોરણોને જાળવવામાં શું ફાળો આપી શકીએ ?

પ્રવૃત્તિ 16.2

- એવાં અનેક સંગઠનો છે કે જેઓ પર્યાવરણના પ્રત્યે જાગૃતિ ફેલાવવાનું કાર્ય કરે છે. તેઓ એવી પ્રવૃત્તિઓને અને વલણોને પણ પ્રોત્સાહન આપે છે જેનાથી આપણા પર્યાવરણ તેમજ પ્રાકૃતિક સંરક્ષણમાં વધારો થાય છે. તમારી આસપાસના વિસ્તાર/નગર કે શહેર/કસ્બા/ ગામમાં કાર્ય કરનારાં સંગઠનોના વિશે જાણકારી મેળવો.
- જાણો કે આ ઉદ્દેશને પ્રાપ્ત કરવા માટે તમે શું યોગદાન આપી શકો તેમ છો ?

સ્રોતોનો અવિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવાથી ઉત્પન્ન થતી સમસ્યાના વિષયમાં જાગૃતિ આપણા સમાજમાં એક નવી બાબત છે. જ્યારે આ જાગૃતિ વધે છે ત્યારે કોઈ ને કોઈ પગલાં પણ લઈ શકાય છે. તમે 'ગંગા–સફાઈ યોજના'ના વિષયમાં અવશ્ય સાંભળ્યું પણ હશે. કરોડોની આ યોજના લગભગ 1985 માં એટલા માટે શરૂઆત કરાઈ હતી કારણ કે ગંગાનદીના પાણીની ગુણવત્તા ખૂબ જ ઓછી થઈ ગઈ હતી. (આકૃતિ 16.1). કોલિફોર્મ જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા)નો એક વર્ગ છે જે માનવના આંતરડામાંથી મળી આવે છે; પાણીમાં તેમની હાજરી, રોગજન્ય સૂક્ષ્મ જીવાણુ થતું પદૂષણ દર્શાવે છે.



આકૃતિ 16.1 ગંગામાં કોલિફોર્મની કુલ સંખ્યાનું સ્તર

સ્રોત : કેન્દ્ર પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ, 2012

શું તમે જાણો છો ?

ગંગાનું પ્રદૂષણ (Pollution of Ganga)

ગંગાનદી હિમાલયમાં આવેલા પોતાના ઉદ્દ્ગમ સ્થાન ગંગોત્રીથી બંગાળની ખાડીમાં ગંગાસાગર સુધી 2500 km સુધીની યાત્રા કરે છે. તેના કિનારે આવેલ ઉત્તરપ્રદેશ, બિહાર અને બંગાળના 100 થી પણ વધારે શહેરો તેને એક નાળામાં ફેરવી નાંખે છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે ઉપચારક્રિયા કર્યા વગરનો મળમૂત્રનો બહુ મોટો જથ્થો ગંગામાં વહાવી દેવામાં આવે છે. તેના સિવાય માનવની અન્ય પ્રવૃત્તિઓ જેવી કે સ્નાન કરવું, કપડાં ધોવા, મૃત વ્યક્તિઓની રાખ તેમજ શબને વહેવડાવવા. આ ઉપરાંત ઉદ્યોગો દ્વારા ઉત્પાદિત રાસાયણિક ઉત્સર્જન, ગંગાના પ્રદૂષણના સ્તરમાં એટલો બધો વધારો કરે છે કે તેના વિષારીકરણને લઈને પાણીમાં માછલીઓ મરવા માંડે છે. જૂન, 2014માં કેન્દ્ર સરકારનાં નેજા હેઠળ મુખ્ય કાર્યક્રમ તરીકે 'નમામિ ગંગે' યોજનાને માન્યતા આપવામાં આવી છે. આ યોજના ગંગાનદીનાં પ્રદૂષણને રોકવા તથા તેના નવીનીકરણ કરવાના મુખ્ય બે હેતુસર અમલમાં મૂકવામાં આવી છે. ઑક્ટોબર, 2016માં ગંગાના શુદ્ધીકરણના હેતુસર રાષ્ટ્રીય મિશનની સ્થાપના થઈ.

તમે જોઈ શકો છો કે માપન યોગ્ય કેટલાંક પરિબળો કે કારકોનો ઉપયોગ કરીને જરૂરી પાણીની ગુણવત્તાની જાળવણી કે પ્રદૂષણની માત્રાનું માપન કરવામાં આવે છે. કેટલાક પ્રદૂષક ખૂબ જ અલ્પ માત્રામાં હોવા છતાં પણ હાનિકારક હોઈ શકે છે. તેના માપન માટે આપણે અત્યંત વ્યવહારુ ઉપકરણોની જરૂરિયાત હોય છે. પ્રકરણ 2માં આપણે એ પણ અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સાર્વત્રિક સૂચકની મદદથી પાણીની pH સરળતાથી માપી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 16.3

- સાર્વત્રિક સૂચક(universal Indicator)ની મદદથી તમારા ઘરમાં આવતા પાણીની pH જાણો.
- તમારા આસપાસનાં જળાશયો (તળાવ, સરોવર, નદી, ઝરણાં)ની pH પણ જાણો.
- શું તમારાં અવલોકનોને આધારે તમે જણાવી શકો છો કે પાણી પ્રદૂષિત છે કે નહિ ?

T3W8F8

પરંતુ આપણે સમસ્યાના વિશાળ કદને જોઈને હતાશ થવાની જરૂર નથી. કારણ કે એવા અનેક ઉપાયો છે જેના દ્વારા આપણે સ્થિતિમાં સુધારણા લાવી શકીએ છીએ. પર્યાવરણને બચાવવા માટે પાંચ પ્રકારના 'R'ના વિષયમાં ચોક્કસપણે સાંભળેલું હશે. Refuse (ના પાડવું), Reduce (ઓછો ઉપયોગ કરવો), Reuse (પુનઃ ઉપયોગ કરવો), Repurpose (હેતુફેર કરવો), Recycle (પુનઃચક્રીકરણ).

Refuse : (ના પાડવું) Refuseનો અર્થ એ છે કે, તમારે જરૂર ના હોય તેવી વસ્તુ લોકો તમને આપે તો તમે ના પાડો. તમને તથા પર્યાવરણને હાનિકારક હોય તેવાં ઉત્પાદનો ખરીદવાની ના પાડો. એક જ વાર વાપરી શકાય તેવી પ્લાસ્ટિકની થેલી માટે પણ ના પાડો.

Reduce : (ઓછો ઉપયોગ કરવો) તેનો અર્થ છે કે તમારે ઓછામાં ઓછી વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. તમે વીજળીના પંખા તેમજ બલ્બની સ્વિચો બંધ કરીને વીજળી બચાવી શકો છો. તમે ટપકતાં નળનું સમારકામ કરાવીને પાણીની બચત કરી શકો છો. ખોરાકનો વ્યય ન કરવો જોઈએ. શું તમે આવી અન્ય બાબતો વિશે વિચારી શકો છો, જેનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય તેમ છે ?

Reuse : (પુનઃ ઉપયોગિતા) આ પુનઃચક્રીય કરવા કરતાં પણ વધારે સાચો રસ્તો છે. કારણ કે, પુનઃચક્રીયકરણમાં કેટલીક ઊર્જા તો વપરાય જ છે. પુનઃઉપયોગની રીતમાં તમે કોઈ વસ્તુનો વારંવાર ઉપયોગકરો છો. પરબીડિયાને ફેંકી દેવાની જગ્યાએ તમે તેને ઉલટાવીને ફરીથી ઉપયોગ કરી શકો છો. વિવિધ ખાદ્યપદાર્થોની પ્લાસ્ટિકની શીશીઓ, ડબા વગેરેનો ઉપયોગ રસોડામાં જામ કે અથાણા ભરવા માટે કરી શકાય છે. બીજી કઈ વસ્તુઓ એવી છે કે જેનો આપણે પુનઃઉપયોગ કરી શકીએ ?

Repurpose : **(હેતુ ફેર કરવો)** આનો અર્થ એ થયો કે, જો મૂળભૂત હેતુ માટે કોઈ ઉત્પાદનનો ઉપયોગ ન થઈ શકે તેમ હોય ત્યારે ધ્યાનથી વિચારીને તેનો બીજા કોઈ હેતુ માટે ઉપયોગ કરવો. ઉદાહરણ તરીકે હૅન્ડલ તૂટી ગયા હોય તેવી કાચની બરણી કે કપનો ઉપયોગ નાના છોડને ઉગાડવા કે પક્ષીઓને ચણ નાખવા કરી શકાય છે.

Recycle : **(પુનઃ ચક્રીકરણ)** આનો અર્થ એ થાય કે પ્લાસ્ટિક, કાગળ, કાચ અને ધાતુ જેવી વસ્તુઓનું નવું ઉત્પાદન કરવાને બદલે તેનું પુનઃ ચક્રીકરણ કરીને જરૂરી વસ્તુઓ બનાવવી જોઈએ. પુનઃચક્રીકરણ કરી શકાય તેવા કચરાને અન્ય કચરાથી અલગ એકઠો કરવો જોઈએ. શું તમારાં ગામ કે શહેરમાં આવી કોઈ વ્યવસ્થા છે જેથી આવા પદાર્થોનું પુનઃ ચક્રીકરણ કરી શકાય ?

આપણી જરૂરિયાતો અને પ્રવૃત્તિઓ વિશે નિર્ણય લેતા સમયે આપણે પર્યાવરણસંબંધી પણ નિર્ણય લેવો જોઈએ. તેના માટે, આપણે એ પણ જાણવાની આવશ્યકતા છે કે, આપણી પસંદગીથી પર્યાવરણ પર શું અસર પડી શકે તેમ છે. આ અસર તાત્કાલિક કે દીર્ઘકાલીન અથવા તો વ્યાપક પણ હોઈ શકે છે. સુપોષિત વિકાસની સંકલ્પના મનુષ્યની આધારભૂત જરૂરિયાતોની પૂર્તતા તેમજ વિકાસને પ્રોત્સાહિત તો કરે જ છે; સાથે-સાથે ભાવિ પેઢી માટે સ્રોતોનું સંરક્ષણ પણ કરે છે. આર્થિક વિકાસ પર્યાવરણ સંરક્ષણની સાથે સંબંધિત છે. આમ, સુપોષિત વિકાસથી જીવનના બધા આયામમાં પરિવર્તન આવે છે. તે લોકો પોતાની ચારે તરફની આર્થિક, સામાજિક તેમજ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ પ્રત્યે પોતાના દૃષ્ટિકોણમાં પરિવર્તન લાવે અને પ્રત્યેક વ્યક્તિ પ્રકૃતિના સ્રોતોનો વર્તમાન ઉપયોગમાં પરિવર્તન માટેની તૈયારી લાવે, તેના પર નિર્ભર છે.

પ્રવૃત્તિ 16.4

- શું તમે વર્ષો પછી કોઈ ગામ અથવા શહેરમાં ગયા છો ? જો હા હોય તો શું અગાઉના વર્ષની તુલનામાં નવા ઘર તેમજ રોડ બની ગયા છે ? તમારા વિચાર પ્રમાણે તેને બનાવવા માટે આવશ્યક વસ્તુઓ ક્યાંથી પ્રાપ્ત થઈ હશે ?
- તે પદાર્થોની યાદી બનાવો અને તેના સ્રોતોની જાણકારી પણ મેળવો.
- તમારા દ્વારા બનાવેલી યાદીને તમારા સહ વિદ્યાર્થીમિત્રો સાથે ચર્ચા કરો. શું તમે એવો ઉપાય બતાવી શકો છો કે તે વસ્તુઓનો ઉપયોગમાં ઘટાડો લાવી શકાય છે ?

16.1 સ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન શા માટે જરૂરી છે ? (Why do we need to Manage our Resources ?)

માત્ર રોડ કે રસ્તાઓ તેમજ ઈમારતો જ નહિ પરંતુ તે બધી વસ્તુઓ જેનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ, જેમકે ખોરાક, કપડાં, પુસ્તકો, રમકડાંઓ, ફર્નિચર, ઓજારો અને વાહન વગેરે આપણને પૃથ્વી પર આવેલા કે પ્રાપ્ત સ્રોતોમાંથી મળે છે. આપણે માત્ર એક જ સ્રોત પૃથ્વીની બહારથી પ્રાપ્ત કરવાનો હોય છે, તે છે ઊર્જા. જે આપણને સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. વળી, આપણે ઉપયોગ કરીએ તે પહેલાં આ ઊર્જા પૃથ્વી પરના સજીવો અને વિવિધ ભૌતિક અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થાય છે.

આપણે આપણા સ્રોતોના વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગની કેમ જરૂરિયાત છે ? કારણ કે આ સ્રોતો મર્યાદિત છે તથા સ્વાસ્થ્ય સેવાઓમાં સુધારણાને કારણે આપણી જનસંખ્યા તીવ્ર ગતિથી વધારો થઈ રહ્યો

છે, તેથી બધા સ્રોતોની માંગ પણ ઘણીબધી ઝડપથી વધતી જાય છે. પ્રાકૃતિક સ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન કરતી વખતે દીર્ઘકાલીન દૃષ્ટિકોણને ધ્યાનમાં રાખવો જોઈએ કે જેથી આવનારી પેઢીઓ સુધી તે સ્રોતો પ્રાપ્ત રહેવા જોઈએ. આ વ્યવસ્થાપનમાં એ બાબત પણ સુનિશ્ચિત કરવાની જરૂરી છે કે તેઓનું વિતરણ બધા વર્ગોમાં સમાન રીતેથી થવું જોઈએ, ન કે માત્ર મુઠ્ઠીભર ધનવાનો અને શક્તિશાળી લોકોને તેનો લાભ મળે.

એક અન્ય બાબત પર ધ્યાન આપવું જરૂરી છે કે જ્યારે આપણે આ સ્રોતોનું શોષણ કરીએ ત્યારે આપણે પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચાડીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, ખનનથી પ્રદૂષણ થાય છે કારણ કે ધાતુનું નિષ્કર્ષણની સાથે-સાથે વધુ માત્રામાં ધાતુનો કચરો પણ નીકળે છે. આમ, સુપોષિત નૈસર્ગિક સ્રોતોના વ્યવસ્થાપનમાં નકામા પદાર્થોના નિકાલની વ્યવસ્થા પણ થવી જોઈએ.

પ્રવૃત્તિ 16.5

- તમારા રોજિંદા જીવનમાં પર્યાવરણના સંરક્ષણ માટે જોવા મળતી પરંપરાગત પ્રવૃત્તિઓનું અવલોકન કરો. તમારા સહપાઠીઓમાં આ બાબત જણાવો. તેનો અહેવાલ તૈયાર કરી, જમા કરો.

ઉપનિષદો અને સ્મૃતિ જેવા ભારતીય ગ્રંથોમાં જંગલોના ઉપયોગ અને વ્યવસ્થાપન વિશે વર્ણનો આપેલ છે અને તેના સંપોષણ વિશે ગર્ભિત પ્રકાશ પાડે છે. અથર્વવેદનું એક 12.1.11મું સૂક્ત કે જેનો પાછળથી દેવી ચંદ (1997)માં પોતાના પુસ્તક અથર્વવેદ (સંસ્કૃત લખાણનો અંગ્રેજીમાં અનુવાદનું ગુજરાતી ભાષાંતર), તે નીચે મુજબ છે :

यिरायस्ते पर्वतां हिमावन्तोरण्यम ते पृथ्वी स्योनमस्तु
बभ्रूम क्रष्णम् रोहिणीम विश्वरूपम् ध्रुवम् भूमि पृथ्विमिन्द्रगुप्तम्
अजितोहतो अक्षतोध्यास्थम् पृथ्वीमाहम् ||12.1.11|| (અથર્વવેદ)

"હે પૃથ્વી ! તારી ટેકરીઓ, હિમ-આચ્છાદિત પર્વતો અને જંગલો આનંદમય હો; હે વિવિધ રંગી, સ્થિર અને રક્ષિત પૃથ્વી, આ ધરા પર હું અપરાજીત, ચિરંજીવ અને આનંદિત રહું."

અથર્વવેદનું બીજું સૂક્ત ||12.1.35|| વપરાશ અને પુનઃનિર્માણના સિદ્ધાંતો પ્રગટ કરે છે, જે નીચે મુજબ છે :

यते भूमे विखानामी क्षिप्रम तदपि रोहतु
मा ते मर्म विम्रग्वरी मा ते हिदयंअर्पिपम् ||12.1.35|| (અથર્વવેદ)

હે પૃથ્વી ! હું તારામાંથી જે પણ ખોદીને બહાર કાઢું તે તરત જ પુનઃનિર્માણ પામે; અમે તારાં જીવંત નિવાસસ્થાનો અને મર્મસ્થળોને હાનિ ન પહોંચાડીએ.

જંગલોની ઉત્પાદકતા અને રક્ષણાત્મક પાસાને લઈને જંગલોનો સંવર્ધન પર વૈદિક સમયથી જ ભાર આપવામાં આવતો હતો. વૈદિક કાળના અંતમાં ખેતીને મુખ્ય આર્થિક પ્રવૃત્તિ તરીકે સ્વીકારવામાં આવી હતી. આ એ સમય હતો જ્યારે વૈદિકકાળના અંત ભાગમાં જંગલો,

વનરાજી જેવાં કુદરતી સ્થળોને પવિત્ર ધાર્મિક સ્થળો તરીકે માનવાની શરૂઆત થઈ અને પારંપરિક વન્ય પ્રવૃત્તિઓની સંકલ્પનાનો ઉદ્ભવ થયો. બીજી બાજુ વન્યપ્રવૃત્તિ સિવાય પણ રીતિરિવાજો અને ધાર્મિક માન્યતાઓનો કુદરત અને કુદરતી સ્રોતોના સંરક્ષણ માટે ઉપયોગ કરવાની શરૂઆત થઈ.

પ્રશ્નો

1. પર્યાવરણ મિત્ર બનવા માટે તમે તમારી ટેવોમાં કયું પરિવર્તન લાવી શકો છો ?
2. કુદરતી સ્રોતોના ટૂંકા ગાળાના હેતુઓને સિદ્ધ કરવા માટે થતાં સ્રોતોના શોષણના ફાયદા જણાવો.
3. આ ફાયદા લાંબી અવધિ કે સમયગાળાને ધ્યાનમાં રાખીને બનાવેલા હેતુના ફાયદાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
4. તમારા વિચાર પ્રમાણે સ્રોતોનું શા માટે સમાન વિતરણ થવું જોઈએ ? સ્રોતોના સમાન વિતરણના વિરુદ્ધ કયાં-કયાં પરિબળો કાર્ય કરે છે ?

16.2 જંગલો અને વન્ય જીવન (Forests and Wild Life)

X4M8W1

જંગલ, જૈવ વિવિધતાના વિશિષ્ટ (Hotspots) સ્થળ છે. જૈવવિવિધતાનો એક આધાર તે વિસ્તારમાં મળી આવનારી વિવિધ જાતિઓની સંખ્યા છે. જોકે, સજીવોનાં વિવિધ સ્વરૂપો (જીવાણુઓ બૅક્ટેરિયા, ફૂગ, ત્રિઅંગી, સપુષ્પી વનસ્પતિઓ, સૂત્રકૃમિ, કીટકો, પક્ષીઓ, સરિસૃપ વગેરે) પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. વારસાગત જૈવવિવિધતાનું સંરક્ષણ કરવાનો પ્રયત્ન પ્રાકૃતિક સંરક્ષણના મુખ્ય ઉદ્દેશોમાંનો એક છે. પ્રયોગો અને ક્ષેત્રઅભ્યાસ (field study)થી આપણને જાણકારી મળે છે કે, વિવિધતાનો નાશ થવાથી પરિસ્થિતિય સ્થાયીતા પણ નાશ પામી શકે છે.

16.2.1 જંગલને લગતી વ્યક્તિઓ (Stakeholders of forest)

પ્રવૃત્તિ 16.6

- જે જંગલની પેદાશો કે નીપજોનો તમે ઉપયોગ કરો છો તેની એક યાદી બનાવો.
- તમારા મતે જંગલની નજીક રહેવાવાળા વ્યક્તિઓ કઈ વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરે છે ?
- જંગલની અંદર રહેનારા વ્યક્તિઓ કઈ વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરે છે ?
- તમારા સહઅધ્યાયીઓની સાથે ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત વ્યક્તિઓની જરૂરિયાતોમાં શું ભિન્નતા છે ? કે શું સમાનતા છે ? તેમજ તેના કારણ વિશે જાણકારી પણ મેળવો.

આપણે જંગલોની વિવિધ નીપજોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ, પરંતુ જંગલસ્રોતો પર આપણી નિર્ભરતામાં વિવિધતા છે. આપણામાંથી કેટલાક લોકોની પાસે વિકલ્પો છે, પરંતુ કેટલાકની પાસે નથી. જ્યારે આપણે વનસંરક્ષણની વાત વિશે વિચારીએ છીએ ત્યારે આપણે તેની સાથે સંકળાયેલી વ્યક્તિઓ કે સંસ્થાઓ ને ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ જેમકે,

(i) જંગલની અંદર તેમજ તેની નજીક રહેનારા લોકો પોતાની અનેક જરૂરિયાતો માટે જંગલ પર નિર્ભર રહે છે. (આકૃતિ 16.2 જુઓ.)

(ii) સરકારના વનવિભાગ કે જેની પાસે જંગલોનું નિયંત્રણ છે અને તે જંગલોમાંથી પ્રાપ્ત સ્રોતોનું નિયંત્રણ કરે છે.

(iii) ઉદ્યોગપતિઓ, જેઓ ટીમરુનાં પર્ણો (*Diospyyosmelanoxylon* L. - Ebenaceae)માંથી બીડી બનાવવાથી લઈને કાગળમિલ સુધી જંગલની વિવિધ નીપજોનો ઉપયોગ કરે છે. જોકે તેઓ જંગલોના કોઈ પણ એક વિસ્તાર પર આધારિત હોતા નથી.

(iv) પ્રકૃતિપ્રેમીઓ કે જે વન્યજીવન અને પ્રકૃતિનું મૂળ સ્વરૂપમાં સંરક્ષણ ઇચ્છે.

આવો, જોઈએ કે પ્રત્યેક સમૂહને જંગલમાંથી શું પ્રાપ્ત થાય છે. સ્થાનિક લોકોને વધારે માત્રામાં બળતણ માટે લાકડું, નાની લાકડીઓ અને છાપરા માટેના પરાળ (લાકડાં)ની જરૂરિયાત હોય છે. વાંસનો ઉપયોગ ઝૂંપડીના ટેકા બનાવવા ખાદ્યપદાર્થો એકત્રિત કરવા અને તેનો સંગ્રહ કરવા માટેની ટોપલીઓ બનાવવા ખેતીનાં સાધનો, માછલી પકડવા તેમજ શિકાર કરવાનાં સાધનો બનાવવા કરે છે. તે સિવાય જંગલ, માછલી પકડવા માટેનું અને શિકારનું સ્થાન પણ હોય છે. વિવિધ વ્યક્તિઓ ફળો, કવચવાળાં ફળો (Nuts) અને ઔષધિઓ એકત્રિત કરવાની સાથે–સાથે તેમનાં પશુઓને જંગલમાં ચરાવતાં પણ હોય છે અથવા તેઓના માટે ચારો જંગલોમાંથી એકત્રિત કરે છે.

શું તમને લાગે છે કે, વનસંપદાનો આ રીતે ઉપયોગ કરવાથી આ સ્રોતોનો નાશ થઈ જશે ? એ પણ ન ભૂલવું જોઈએ કે અંગ્રેજોએ આવીને જંગલોનું હસ્તાંતરણ કર્યું તે પહેલાં પણ સદીઓથી લોકો આ જંગલમાં રહેતાં અને તેમણે તેનાં સંપોષણ માટેની પ્રવિધિઓ પણ વિકસાવેલી હતી. અંગ્રેજોએ ના માત્ર આધિપત્ય જમાવ્યું પણ તેઓની જરૂરિયાત માટે જંગલોનું નિર્મમતાથી શોષણ પણ કર્યું. તેઓએ મૂળ આદિવાસીઓને માત્ર સીમિત કે મર્યાદિત વિસ્તારમાં જ રહેવા માટે લાચાર બનાવ્યા તથા વનસ્રોતોની કોઈ પણ મર્યાદા વગર અતિશોષણ કરવાની શરૂઆત કરી હતી. સ્વતંત્રતા પછી અંગ્રેજોથી વનોનું નિયંત્રણ તો આપણા હસ્તક થયું, પરંતુ વ્યવસ્થાપનમાં સ્થાનિક લોકોની જરૂરિયાતો તેમજ જ્ઞાનની ઉપેક્ષા થતી રહી ! આમ, જંગલોનો ખૂબ મોટો વિસ્તાર એક જ પ્રકારનાં વૃક્ષો જેવાં કે પાઇન (ચીડ), સાગ કે નીલગિરિનાં જંગલોમાં પરિવર્તિત થતો ગયો. આ વૃક્ષોને ઉગાડવા માટે સૌપ્રથમ સમગ્ર વિસ્તારમાંથી બીજી બધી વનસ્પતિઓને દૂર કરવામાં આવી, જેથી આવા વિસ્તારની જૈવવિવિધતા મોટા પાયે નાશ પામતી ગઈ. એટલું જ નહિ પરંતુ સ્થાનિક લોકોની વિભિન્ન જરૂરિયાતો જેવી કે પશુઓ માટે ચારો, ઔષધિ માટે વનસ્પતિ, ફળ તેમજ કવચવાળાં ફળો વગેરેની પ્રાપ્તિ પણ ન થઈ શકી. આ રીતના વાવેતરથી ઉદ્યોગોને લાભ મળતો થયો જે વનવિભાગ માટે આર્થિક આવકનો મુખ્ય સ્રોત બની ગયો હતો.

શું તમે જાણો છો કે, કેટલા ઉદ્યોગો જંગલની નીપજો પર નિર્ભર કરે છે ? ઇમારતી લાકડું, કાગળ, લાખ તથા રમતની સામગ્રીનો સામાન તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે.

આકૃતિ 16.2
વન્યજીવનનું એક દૃશ્ય

ઉદ્યોગો, જંગલોને પોતાની ફેક્ટરી માટે માત્ર કાચા માલના સ્રોત તરીકે જ માત્ર ગણે છે. પોતાના સ્વાર્થ માટે લોકોનો એક મોટો વર્ગ સરકાર તરફથી ઉદ્યોગો માટે કાચા માલને ખૂબ જ ઓછી કિંમતે પ્રાપ્ત કરવામાં કાર્યરત હોય છે. કારણ કે સ્થાનિક નિવાસીઓની તુલનામાં આ વ્યક્તિઓની પહોંચ સરકારમાં ઘણી વધારે ઉપર સુધી હોય છે. આમ, તેઓને તે ક્ષેત્ર કે વિસ્તારની જાળવણી તેમજ વિકાસમાં કોઈ રસ હોતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ જંગલના સાગનાં બધાં વૃક્ષોને કાપી નાખ્યાં પછી તે અન્ય દૂરનાં જંગલોમાંથી હવે સાગ પ્રાપ્ત કરવા માંડે છે. તેઓને એ વાતથી કોઈ મતલબ નથી કે તેઓ જંગલોનો યોગ્ય ઉપયોગ સુનિશ્ચિત રીતે કરે. જેથી તે આવનારી પેઢીઓને માટે પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે. તમારા મંતવ્ય પ્રમાણે, આ પ્રકારનો વ્યવહાર કરનારા લોકોને જંગલોનો આડેધડ ઉપયોગ કરતાં કેવી રીતે રોકવા જોઈએ ?

પ્રવૃત્તિ 16.7

- કોઈ બે વન્ય નીપજો વિશે જાણકારી મેળવો જે કોઈ ઉદ્યોગનો આધાર હોય.
- ચર્ચા કરો કે આ ઉદ્યોગ લાંબા સમય સુધી ચાલી શકે તેમ છે ? અથવા શું આપણને આ નીપજોની વપરાશનું નિયંત્રણ કરવાની જરૂરિયાત છે ?

અંતમાં આપણે પ્રકૃતિ તેમજ વન્યજીવ પ્રેમીઓની ચર્ચા કરીએ કે જેઓ વન પર નિર્ભર તો નથી જ, પરંતુ જંગલોના વ્યવસ્થાપનમાં તેમની ઘણીબધી બાબતોને ખૂબ જ મહત્ત્વ અપાય છે. સંરક્ષણ માટેની શરૂઆત મોટાં પ્રાણીઓ જેવાં કે વાઘ, ચિત્તા, હાથી તેમજ ગેંડાના સંરક્ષણથી થઈ હતી. હવે તેમને સંપૂર્ણ જૈવવિવિધતાનું પૂર્ણરૂપે સંરક્ષણ કરવાનું મહત્ત્વ સમજાયું છે, પરંતુ શું આપણે એવા વ્યક્તિઓને યોગ્ય મહત્ત્વ ન આપવું જોઈએ કે જેઓ વનતંત્રનો જ ભાગ છે ? જેઓ પરંપરાનુસાર જંગલોનું સંરક્ષણ કરવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યા છે. ઉદાહરણ તરીકે, થારના રણની સીમા પાસે, પશ્ચિમ રાજસ્થાનમાં રહેતી બિશ્નોઈ પ્રજા છે. વનસંરક્ષણ અને વન્યજીવો તેમની ધાર્મિક માન્યતા સાથે સંકળાયેલ છે. સદીઓથી આ પ્રકૃતિપ્રેમી લોકો પોતાના જીવના ભોગે પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે વનસ્પતિઓ (Flora) અને પ્રાણીઓ (Fauna)નું રક્ષણ કરે છે. તેઓની મૂળભૂત માન્યતા એ છે કે દરેક સજીવોને જીવવાનો અને કુદરતી સંપત્તિમાં ઉપયોગ કરવાનો અધિકાર છે. ભારત સરકારે હમણાં વન્ય જીવસંરક્ષણ હેતુથી અમૃતાદેવી બિશ્નોઈ રાષ્ટ્રીય પુરસ્કારની વ્યવસ્થા કરી છે. આ પુરસ્કાર અમૃતાદેવી બિશ્નોઈની સ્મૃતિમાં આપવામાં આવે છે જેઓએ 1731માં રાજસ્થાનના જોધપુર પાસેના ખેજરાલી ગામમાં 'ખેજરીનાં વૃક્ષો' (ખીજડાનાં વૃક્ષો)ને બચાવવાના હેતુથી 363 લોકોની સાથે પોતાનું બલિદાન આપ્યું હતું.

અભ્યાસ પરથી આ વાતને સ્થાપિત કરાયેલી છે કે જંગલોના પરંપરાગત ઉપયોગની રીતોના વિરુદ્ધ પૂર્વાગ્રહનો કોઈ ખાસ આધાર નથી. ઉદાહરણ તરીકે, વિશાળ હિમાલય રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનનું સુરક્ષિત ક્ષેત્રમાં આલ્પાઇનના જંગલ છે જે ઘેટાંઓનો ચારો હતો. ભરવાડો પ્રત્યેક વર્ષે ગ્રીષ્મઋતુમાં પોતાના ઘેટાં ઘાટીઓમાંથી આ વિસ્તારમાં ચરાવવાને માટે લઈ જતા હતા. આ વિસ્તાર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન તરીકે જાહેર થવાથી આ પ્રવૃત્તિ બંધ થઈ, જેના કારણે પહેલાં તો આ ઘાસ ખૂબ જ લાંબા થઈ જાય છે. લંબાઈને કારણે જમીન પર પડી જાય છે અને નવાં ઘાસની વૃદ્ધિ અટકી જાય છે.

આ સંરક્ષિત વિસ્તારનાં સફળ વ્યવસ્થાપન માટે સ્થાનિક નિવાસીઓને બળપૂર્વક રોકી રાખવાની નીતિ લાંબા સમય સુધી સફળ થઈ નહિ કોઈ પણ રીતે જંગલોને થનારા નુકસાન માટે માત્ર સ્થાનિક નિવાસીઓ જ જવાબદાર ઠેરવવામાં આવે તે સાચું નથી. આપણે ઔદ્યોગિક જરૂરિયાતો તેમજ વિકાસની પરિયોજનાઓ જેવી કે રસ્તાઓ તેમજ બંધો (Dams)નું નિર્માણ કરવાથી જંગલોનો વિનાશ અથવા તેઓને થનારા નુકસાનથી આંખો ફેરવી શકાય નહિ સંરક્ષિત વિસ્તારોમાં પર્યટકો દ્વારા અથવા તેઓની સુવિધા માટેની થયેલી વ્યવસ્થાને કારણે થતા નુકસાન વિશે પણ વિચાર કરવો પડશે.

આકૃતિ 16.3 ખેજરીનું વૃક્ષ

આપણે માનવું પડશે કે વનોની પ્રાકૃતિક છબીમાં મનુષ્યનો હસ્તક્ષેપ ખૂબ જ વધારે છે. આપણે આ હસ્તક્ષેપની પ્રકૃતિ તેમજ મર્યાદાને નિયંત્રિત કરવી પડશે. જંગલના સ્રોતોનો ઉપયોગ એવી રીતે કરવો પડશે કે જે પર્યાવરણ તેમજ વિકાસ બંનેને માટે હિતકારી હોય. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, જ્યારે પર્યાવરણ અથવા વનસંરક્ષણ કરવામાં આવે ત્યારે તેના સુઆયોજિત ઉપયોગનો લાભ સ્થાનિક નિવાસીઓને મળવો જોઈએ. આ વિકેન્દ્રીકરણની એક એવી વ્યવસ્થા છે કે જેમાં આર્થિક વિકાસ તેમજ પરિસ્થિતિકીય સંરક્ષણ બંને સાથે દર્શાવી શકાય છે. જે પ્રકારનો આર્થિક તેમજ સામાજિક વિકાસ આપણે ઇચ્છીએ છીએ, તેથી છેવટે તો એ નિર્ણય આવશે કે પર્યાવરણનું સંરક્ષણ થઈ રહ્યું છે તેનો વિનાશ થઈ રહ્યો છે. પર્યાવરણ માત્ર વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના સજાવટનું સંગ્રહસ્થાન નથી. આ એક જટિલ વ્યવસ્થા છે કે જેમાંથી આપણા ઉપયોગ માટે અનેક પ્રકારના પ્રાકૃતિક સ્રોતો પ્રાપ્ત થાય છે. આપણે આપણા આર્થિક તેમજ સામાજિક વિકાસની પૂર્તતા કરવા માટે આ સ્રોતોનો સાવચેતીપૂર્વક ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

16.2.2 જંગલોનું વ્યવસ્થાપન (Management of Forest)

આપણે એ વાત પર વિચાર કરવો જોઈએ કે વન–વ્યવસ્થાપનના ઉપર્યુક્ત સંદર્ભમાં તમામ દાવેદારોનું લક્ષ્ય સમાન છે ? ઉદ્યોગોને વનસંપદા મોટે ભાગે બજારની કિંમત કરતાં ઓછી કિંમતમાં પ્રાપ્ય કરાવાય છે. જોકે સ્થાનિક નિવાસીઓને આવા લાભથી વંચિત રાખવામાં આવે છે. 'ચીપકો આંદોલન' સ્થાનિક નિવાસીઓને જંગલોથી ભિન્ન કે દૂર કરવાની નીતિનું જ પરિણામ છે. આ આંદોલન 1970ના શરૂઆતના દશકામાં હિમાલયની ઊંચી પર્વતીય શૃંખલામાં ગઢવાલના 'રેની' નામના ગામની એક ઘટનાથી થયું હતું. આ વિવાદ લાકડાંના માલિકો તેમજ સ્થાનિક લોકોની વચ્ચે થયો હતો. કારણ કે વૃક્ષોના જે માલિકો હતા તેઓને વૃક્ષો કાપવાનો અધિકાર આપી દેવાયો હતો. એક દિવસ માલિકોના માણસો વૃક્ષને કાપવા માટે આવ્યા ત્યારે ત્યાંના સ્થાનિક પુરુષો ત્યાં હાજર ન હતા. કોઈ પણ પ્રકારના ભય વગર ત્યાંની મહિલાઓ તરત જ વૃક્ષો હતાં ત્યાં પહોંચી ગઈ અને વૃક્ષોની ફરતે પોતાના હાથ ફેલાવીને ઊભી રહી હતી. માલિકોએ તેમના માણસોને વૃક્ષ કાપતા અટકાવ્યા. છેવટે માલિકોએ તેમનું વૃક્ષો કાપવાનું કામ બંધ કરાવવું પડ્યું.

પ્રાકૃતિક સ્રોતોના નિયંત્રણની આ સ્પર્ધામાં પુનઃપ્રાપ્ય સ્રોતોનું સંરક્ષણ અનિવાર્ય બાબત છે. આ ઉદ્દેશથી તેના ઉપયોગની રીત ઉપર પ્રશ્ન થાય છે. લાકડાના કોન્ટ્રાક્ટરોએ તે વિસ્તારનાં બધાં વૃક્ષોને કાપીને ધરાશાહી કર્યાં હોત અને તે વિસ્તાર કે ક્ષેત્રને હંમેશને માટે વૃક્ષહીન કરી નાખ્યો હોત. જ્યારે સ્થાનિક જનસમુદાય, વૃક્ષોની કેટલીક શાખાઓ કે ડાળીઓ અને પર્ણોને કાપે છે. જેથી સમય જતાંની સાથે પુનઃ તેના જૈવિક ભાગોની પૂર્તતા થાય. 'ચીપકો આંદોલન' ખૂબ જ ઝડપથી માનવ સમુદાયોમાં ફેલાઈ ગયું હતું. તેમજ લોકસંચારે પણ તેમાં યોગદાન આપ્યું હતું અને સરકારને આ બાબતે વિચારવા માટે લાચાર કરી દીધી હતી કે જંગલ કોનાથી છે ? અને જંગલના સ્રોતોનો સદુપયોગ માટે પ્રાથમિકતા નક્કી કરવા માટે પુર્નવિચારણા કરવા માટે લાચાર બનાવ્યા હતા. અનુભવે લોકોને શીખવાડી દીધું છે કે જંગલોના વિનાશથી માત્ર જંગલની હાજરી અસર પામે છે તેમ જ નથી, પરંતુ માટી કે ભૂમિની ગુણવત્તા તેમજ જલસ્રોત પણ પ્રભાવિત થાય છે. સ્થાનિક લોકોની ભાગીદારીથી નિશ્ચિત રૂપથી જંગલોનું વ્યવસ્થાપન કાર્યદક્ષતાથી આગળ વધેલું છે.

વનોના વ્યવસ્થાપનમાં લોકોની ભાગીદારીનું એક ઉદાહરણ

(An Example Of People's Participation In The Management Of Forest)

1972માં પશ્ચિમ બંગાળના વનવિભાગના પ્રદેશના દક્ષિણ પશ્ચિમ જિલ્લાઓમાં નાશ થઈ રહેલા સાલ વૃક્ષ (*Shorea robusta*)નાં જંગલોની પુનઃપૂર્તિ કરવાની યોજના અસફળ થઈ હતી. દેખરેખની પરંપરાગત રીતો અને પોલીસની કાર્યવાહીથી સ્થાનીય લોકો અને પ્રશાસન વચ્ચેનું અંતર વધતું ગયુ જેના ફળસ્વરૂપે જંગલના કર્મચારીઓ અને ગામવાસીઓમાં વારંવાર લડાઈઓ થવા લાગી હતી. આ લડાઈઓ કે ઝઘડાઓએ નકસલવાદ જેવું સ્વરૂપ ધારણ કરતાં હિંસક આંદોલનોને પણ વેગ મળી ગયો હતો.

વનવિભાગે પોતાની રણનીતિ બદલીને મીદનાપુરના અરાબાડી વનવિસ્તારમાં એક યોજના પ્રારંભ કરી. અહીંયાં વનવિભાગના એક દૂરદર્શી અધિકારી બેનર્જીએ ગામવાસીઓને પોતાની યોજનામાં સમાવ્યા હતા અને તેમના સહયોગથી ખૂબ જ ખરાબ પરિસ્થિતિ ધરાવતા સાલના આ જંગલને 1272 હૅક્ટર્સ વિસ્તારનું સંરક્ષણ આપ્યું. ગામવાસીઓને આ ક્ષેત્રની દેખભાળની જવાબદારીને બદલે રોજગાર મળવાની સાથે જ તેઓને ત્યાંથી નીપજનો 25 ટકાનો ઉપયોગનો અધિકાર પણ મળ્યો અને ખૂબ જ ઓછી કિંમતે બળતણ માટેનાં લાકડાં અને પશુઓને ચરાવવાની સહમતિ પણ આપી દેવામાં આવી. સ્થાનિક જનસમુદાયની સહમતિ તેમજ સક્રિય ભાગીદારીથી

1983 સુધી અરાબાડીના સાલના વન સમૃદ્ધ થઈ ગયાં અને પહેલા નકામા, પડતર કહેવાતાં જંગલની કિંમત 12.5 કરોડ અંદાજિત ગણવામાં આવી.

પ્રવૃત્તિ 16.8

- નીચે આપેલ પૈકી દ્વારા વનોમાં થતાં નુકસાન પર ચર્ચા કરો :
  (a) રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં પર્યટકો માટે આરામગૃહનું નિર્માણ કરવું.
  (b) રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં પાલતું પશુઓને ચરાવવાં.
  (c) પર્યટકો દ્વારા પ્લાસ્ટિકની શીશીઓ, થેલીઓ અને અન્ય કચરાને રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનમાં ફેંકવો.

પ્રશ્નો

1. આપણે જંગલ તેમજ વન્યજીવનું સંરક્ષણ શા માટે કરવું જોઈએ ?
2. વન-સંરક્ષણ માટે કેટલાક ઉપાયો બતાવો.

16.3 બધા જ માટે પાણી (Water for All)

A5F8D9

પ્રવૃત્તિ 16.9

- મહારાષ્ટ્રના એક ગામમાં ઓછા પ્રમાણમાં પ્રાપ્ય પાણીની ઘણા લાંબા સમયની સમસ્યાથી ગામવાસીઓ એક જલ મનોરંજન પાર્ક (વૉટર રિસોર્ટ)નો ઘેરાવો કરે છે. આ વિશે ચર્ચા કરો કે શું આ પ્રાપ્ય પાણીનો યોગ્ય ઉપયોગ છે ?

ધરતી પર રહેનારા બધા જ સજીવોની મૂળભૂત જરૂરિયાત પાણી છે. આપણે ધોરણ IXમાં એક સ્રોતના સ્વરૂપમાં પાણીનું મહત્ત્વ અને જલચક્ર તથા મનુષ્યએ કેવી રીતે જલસ્રોતોને પ્રદૂષિત કર્યા છે, તેનો અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. મનુષ્ય દ્વારા પ્રકૃતિમાં ખલેલ કરવાથી અનેક ક્ષેત્રોમાં પાણીની પ્રાપ્યતા પર અસર થઈ છે.

પ્રવૃત્તિ 16.10

- એક ભૌગોલિક નકશાની મદદથી ભારતમાં વરસાદની તરાહનો અભ્યાસ કરો.
- એવા વિસ્તારોની ઓળખ કરો કે જ્યાં પાણી વધુ માત્રામાં છે અને એવા વિસ્તારોની પણ ઓળખ કરો કે જ્યાં પાણી ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં છે.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ પછી તમને જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે, પાણીની ઊણપ ધરાવતા વિસ્તારો અને વધારે ગરીબીવાળા પ્રદેશો વચ્ચે ઘનિષ્ટ સંબંધ છે.

વરસાદની તરાહ (Pattern)ના અભ્યાસથી ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં પાણીની પ્રાપ્યતા પૂર્ણતઃ સામે આવી શકતી નથી. ભારતમાં વરસાદ મુખ્યત્વે ચોમાસા પર નિર્ભર કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે વરસાદનો સમયગાળો કેટલાક મહિના સુધી જ મર્યાદિત રહે છે. વરસાદ એ કુદરતની મહેર હોવા છતાં પણ વનસ્પતિનું આચ્છાદન ઓછું થવાને કારણે ભૂમીયજળ કે ભૂતલીયસ્તરની પ્રાપ્યતામાં ઘણો ઘટાડો જણાય છે. પાક માટે પાણીની વધારે માત્રાની માંગ, ઉદ્યોગોથી પ્રવાહિત પ્રદૂષકો તેમજ નગરોનો કચરો જે પાણીને પ્રદૂષિત કરીને તેની પ્રાપ્યતાની સમસ્યા વધારે જટિલ બનાવી દે છે. બંધ, જળાશયો તેમજ નહેરોનો ઉપયોગ ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં સિંચાઈ માટે પ્રાચીન સમયથી થઈ રહ્યો છે. પહેલા આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ સ્થાનિક લોકો દ્વારા કરાતો હતો અને સ્થાનીય નિવાસી તેનું વ્યવસ્થાપન કૃષિ તેમજ રોજિંદી જરૂરિયાતો પૂરી કરવા માટે કરતાં હતા જેથી પાણી સંપૂર્ણ

વર્ષ માટે પ્રાપ્ય થઈ શકે. આ સંગૃહીત પાણીનું નિયંત્રણ સારી રીતે કરાતું હતું અને પાણીની પ્રાપ્યતા અને દસકાઓ તેમજ સદીઓના અનુભવને આધારે યોગ્ય પાકની રીતો અપનાવતા હતા. સિંચાઈના આ સ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન પણ સ્થાનિક લોકો દ્વારા કરાતું હતું.

અંગ્રેજોએ ભારતની અન્ય બાબતોની સાથે-સાથે આ પદ્ધતિને પણ બદલી નાખી હતી. મોટી પરિયોજનાઓ જેવી કે વિશાળ બંધ અને દૂર સુધી જઈ શકે તેવી મોટી-મોટી નહેરોની સૌપ્રથમ સંકલ્પના કરી અને તેને કાર્યાન્વિત પણ અંગ્રેજો દ્વારા જ કરવામાં આવ્યું હતું. જેને આપણે સ્વતંત્ર થયા પછી આપણી સરકારે પણ પૂરજોશની સાથે અપનાવેલ છે. આ વિશાળ પરિયોજનાઓથી સ્થાનિક રીતે સિંચાઈ ઉપેક્ષિત થતી ગઈ અને સરકાર ધીમે-ધીમે તેનું વ્યવસ્થાપન, પ્રશાસન પોતાના હાથમાં લેતી ગઈ જેથી પાણીના સ્થાનિક સ્રોતો પર સ્થાનિક નિવાસીઓનું નિયંત્રણ સમાપ્ત થઈ ગયું.

વધુ જાણવા જેવું !

હિમાચલપ્રદેશમાં કુલહ

લગભગ 400 વર્ષ પૂર્વે હિમાચલપ્રદેશના કેટલાક વિસ્તારોમાં નહેર સિંચાઈની સ્થાનિક વ્યવસ્થાનો વિકાસ થયો હતો. તેને કુલહ (Kulh) કહેવાય છે. ઝરણાંમાંથી વહેતું પાણી માનવનિર્મિત નાના-નાના નાળાઓમાંથી પહાડો પર આવેલા નીચલા કે તળેટીનાં ગામો સુધી લઈ જવામાં આવતું હતું. આ કુલહથી પ્રાપ્ય પાણીનું વ્યવસ્થાપન તે વિસ્તારનાં બધાં જ ગામોની સહમતિથી કરવામાં આવતું હતું. તમને જાણીને સુખદ આશ્ચર્ય થશે કે ખેતીવાડીની ઋતુમાં પાણી સૌપ્રથમ દૂરના ગામને આપવામાં આવતું હતું પછી ઉત્તરોત્તર ઊંચાઈ પર આવેલા ગામ તે પાણીનો ઉપયોગ કરતા હતા. કુલહની દેખરેખ તેમજ વ્યવસ્થાપન માટે બે ત્રણ વ્યક્તિઓને રાખવામાં આવતા હતા જે લોકોને ગામવાળા પગાર આપતા હતા. સિંચાઈ સિવાય આ કુલહથી પાણી નીતરતું હતું. જે વિવિધ સ્થાનો પર ઝરણાંને પણ પાણી આપતું રહેતું હતું. સરકાર દ્વારા આ કુલહને હસ્તગત કર્યા પછી તેમાંથી મોટા ભાગના નિષ્ક્રિય થઈ ગયા અને પાણીના વિતરણની એકબીજા વચ્ચેની ભાગીદારીની પહેલા જેવી વ્યવસ્થા સમાપ્ત થઈ ગઈ છે.

16.3.1 બંધો (Dams)

આપણે બંધ શા માટે બનાવવા માંગીએ છીએ ? મોટા બંધમાં પાણીનો સંગ્રહ પર્યાપ્ત માત્રામાં કરી શકાય છે જેનો ઉપયોગ માત્ર સિંચાઈ માટે નહિ પણ વિદ્યુત–ઉત્પાદન માટે પણ કરવામાં આવે છે જેના વિશે આપણે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. તેમાંથી નીકળતી નહેરો પાણીની વધુ માત્રાને દૂરનાં સ્થાનો સુધી લઈ જાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઇંદિરા ગાંધી નહેરથી રાજસ્થાનના ઘણા મોટા વિસ્તારોમાં હરિયાળી આવી ગઈ છે, પરંતુ પાણીના અયોગ્ય વ્યવસ્થાપનને કારણે માત્ર કેટલાક વ્યક્તિઓ જ તેનો લાભ મેળવે છે તે કારણથી પાણીના વ્યવસ્થાપનના લાભથી ઘણા બધા લોકો વંચિત રહી ગયા છે. પાણીનું યોગ્ય વિતરણ થતું નથી. આમ, પાણીના સ્રોતની નજીકમાં રહેનારા વ્યક્તિઓ શેરડી તેમજ ડાંગર જેવા વધારે પાણી દ્વારા ઊગતા પાકો લઈ શકે છે. જ્યારે પાણીના સ્રોતથી દૂર રહેનારા લોકોને પાણી મળી શકતું નથી. બંધ તેમજ નહેરો બનાવતી વખતે સ્થળાંતરિત કરાવેલી વ્યક્તિઓમાં પણ વ્યથા અને અસંતોષ વધી જાય છે કારણ કે તે સમયે કરેલા વાયદાઓ પૂરા કરવામાં આવેલાં નથી.

મોટા બંધોના બનાવવાના વિરોધમાં ઊભા થયેલાં કારણોની ચર્ચા આપણે આ અગાઉના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. ગંગાનદી પર બનેલો તેહરી બંધ તેનું એક ઉદાહરણ છે. તમે 'નર્મદા બચાવો આંદોલન'ના વિષયમાં પણ અવશ્ય વાંચ્યું હશે કે જેમાં નર્મદા નદી પર બનાવેલા બંધની ઊંચાઈ વધારવાનો વિરોધ થઈ રહ્યો છે. મોટા બંધના વિરોધમાં મુખ્યત્વે ત્રણ સમસ્યાઓની ચર્ચા વિશેષ રીતે થાય છે :

(i) સામાજિક સમસ્યાઓ : કારણ કે તેનાથી મોટી સંખ્યામાં ખેડૂત અને આદિવાસી વિસ્થાપિત થાય છે અને તેઓને પૂરતું વળતર પણ મળતું નથી.

(ii) આર્થિક સમસ્યાઓ : કારણ કે તેમાં રોકાયેલાં નાણાંનાં પ્રમાણમાં લોકોને પૂરતા લાભ મળતા નથી.

(iii) પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ : કારણ કે તેથી મોટા સ્તરે જંગલોનો વિનાશ થાય છે અને જૈવવિવિધતાને નુકસાન થાય છે.

વિકાસની વિવિધ પરિયોજનાઓમાં સ્થાળાંતરિત થયેલા લોકોમાંથી મોટા ભાગના વ્યક્તિઓ ગરીબ આદિવાસીઓ હોય છે. જેઓને આ પરિયોજનાઓથી કોઈ લાભ થતો નથી અને તેઓને પોતાની ભૂમિ તેમજ જંગલોમાંથી પણ હાથ ધોવા પડે છે. વળી, નુકસાનની પૂર્તિ પણ યોગ્ય રીતે થતી નથી. 1970માં બનેલા તવા બંધના વિસ્થાપિતોને હજુ સુધી તે લાભ મળી શક્યો નથી જેનો તેઓને વાયદો કરાયો હતો.

16.3.2 પાણીનો સંગ્રહ (Water Harvesting)

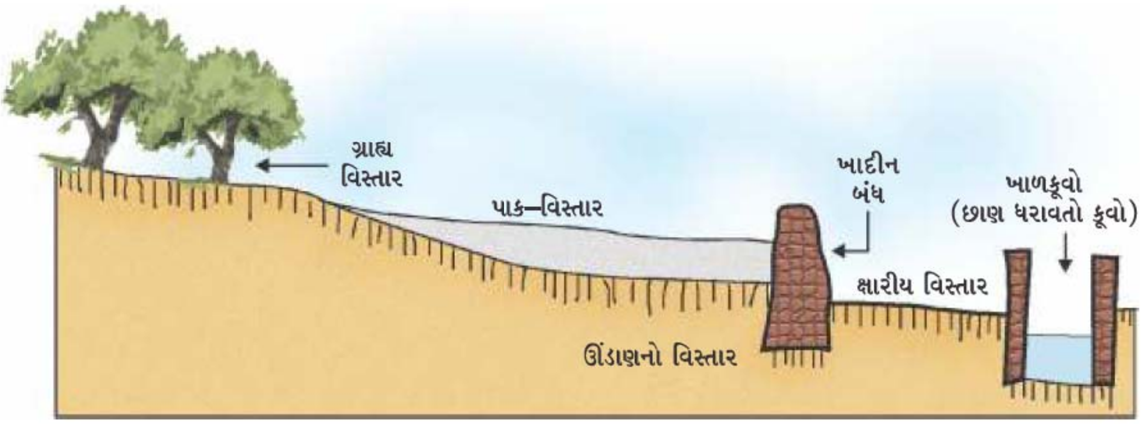
જળસંગ્રહ વ્યવસ્થાપનના ભૂમિ અને પાણીના સંરક્ષણને પ્રાધાન્ય આપવામાં આવે છે જેથી 'જૈવભાર'ના ઉત્પાદનમાં વધારો થઈ શકે. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ ભૂમિ અને પાણી જેવા પ્રાથમિક સ્રોતોનો વિકાસ તથા વપરાશ માટે દ્વિતીય સ્રોત તરીકે વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓનું ઉત્પાદન એ રીતે કરવું જેથી પરિસ્થિતિકીય અસંતુલન ન થાય. જલસંગ્રહ વ્યવસ્થાપન માત્ર પાણીનો સંગ્રહ કરાતા સમુદાયનાં ઉત્પાદન તેમજ આવક વધારવાનો નથી પણ દુકાળ તેમજ પૂરને પહોંચી વળવાનું છે અને નીચાણવાળા વિસ્તારમાં આવેલા બંધ કે જળાશયનું આયુષ્ય વધારે છે. પ્રવાહ તેમજ જળાશયોની સેવાકાલીન (આવરદા)માં અનેક સંગઠનો પ્રાચીન પ્રણાલીથી પાણીના સંરક્ષણને પુનઃજીવિત કરવામાં કાર્યરત છે. જે બંધ જેવી મોટી પરિયોજનાઓનો વિકલ્પ બની શકે છે. આ સમુદાયોએ પાણીના સંરક્ષણની એવી સો કરતાં પણ વધારે દેશી પદ્ધતિઓ વિકસાવી છે જેના દ્વારા ધરતી પર પડનારાં પ્રત્યેક ટીપાંનું સંરક્ષણ કરી શકાય જેમકે નાના-નાના ખાડાઓ ખોદવા, સરોવરોનું નિર્માણ કરવું, સામાન્યતઃ પાણી સંગ્રહ વ્યવસ્થાની સ્થાપના કરવી, માટીના નાના બંધ બનાવવા, રેતી અને ચૂનાના પથ્થરોનો ઉપયોગ જળાશય બનાવવા અને ઘરનાં ધાબાઓ પરથી પાણીને એકત્રિત કરવું. જેથી ભૂમીય જલસ્તર વધતું જાય છે અને નદી પણ પુનઃજીવિત થઈ જાય છે.

> એક પરંપરાગત પ્રવિધિ ભારતનાં 'વૉટરમૅન'ને મોટા ભાગના શુષ્કવિસ્તારમાં રહેલાં સૂકાભઠ્ઠ ગામડાં અને ગ્રામવાસીઓનાં જીવનમાં પરિવર્તન લાવવામાં મદદ કરી છે. ડૉ. રાજેન્દ્ર સિંઘના લગભગ બે દાયકાના પ્રયાસોથી રાજસ્થાનમાં પાણીના સંગ્રહ માટેનાં 8600 જેટલાં ટાંકા (Johads) કે તેના જેવી રચના નિર્માણ કરવામાં આવી અને 1000 ગામડાં સુધી પાણી ફરીથી પહોંચાડવામાં આવ્યું. 2015માં તેમને 'સ્ટોટકહોમ વૉટર પ્રાઈઝ' આપવામાં આવ્યું. આ એક એવો પ્રતિષ્ઠિત ઍવોર્ડ કે જે પૃથ્વી પરના જલસ્રોતો અને નિવાસીના માટે પાણી-સંરક્ષણ અને સંગ્રહ કરવા બદલ આપવામાં આવે છે.

પાણીનો સંગ્રહ (Water Harvesting) ભારતમાં ખૂબ જૂની સંકલ્પના છે. રાજસ્થાનમાં પાળા (ખાદીન), મોટા ટાંકા અને નળા, મહારાષ્ટ્રના બંધારસ તેમજ તાલ (તળાવ), મધ્યપ્રદેશ તેમજ ઉત્તરપ્રદેશમાં બંધિશ, બિહારમાં અહાર અને પાઈન, હિમાચલપ્રદેશમાં કુલહ, જમ્મુના કાંડી વિસ્તારમાં તાલાળ, તમિલનાડુમાં એરિસ (Tank), કેરલમાં સુરંગમ્, કર્ણાટકમાં કટ્ટા વગેરે પ્રાચીન પાણીસંગ્રહ અને પાણીના પરિવહનની સંરચનાઓ આજે પણ ઉપયોગમાં આવે છે (ઉદાહરણ માટે આકૃતિ 16.4 જુઓ). પાણીસંગ્રહની પદ્ધતિ સ્થાનિક હોય છે અને તેનો લાભ પણ સ્થાનીય કે મર્યાદિત વિસ્તારને થાય છે. સ્થાનીય નિવાસીઓને તે વિસ્તારના જળસ્રોતોને વ્યવસ્થાપન કરવા દેવાથી તેનો ઓછો વ્યય થાય છે કે સંપૂર્ણ અટકી જાય છે.

મોટા સમતલીય ભૂમીય ભાગમાં પાણીસંગ્રહનું સ્થળ મુખ્યત્વે અર્ધચંદ્રાકાર માટીના ખાડા અથવા નીચાણવાળા ભાગ, વર્ષાઋતુમાં પૂરી રીતે ભરાઈ જનારા નાળા અથવા પ્રાકૃતિક જળમાર્ગ પર બનાવેલા 'ચેકડેમ' જે કૉંક્રિટ અથવા નાના કાંકરા–પથ્થરો દ્વારા બનાવાય છે. આવા નાના બંધોના અવરોધના કારણે ચોમાસામાં પાણીના તળાવો ભરાઈ જાય છે. માત્ર મોટાં જળાશયોમાં પાણી સમગ્ર વર્ષ રહે છે. પરંતુ નાનાં જળાશયોમાં આ પાણી 6 મહિના કે તેનાથી પણ ઓછા સમય સુધી રહે છે. તેના પછી તે સુકાઈ જાય છે. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ પાણી સંગ્રહનો નથી, પરંતુ ભૂમીય જળસ્તરમાં સુધારણા કરવાનો છે. પાણીના ભૂમીય જળના સ્વરૂપમાં સંરક્ષણના ઘણા લાભ થાય છે. ભૂમીય જળથી અનેક લાભ થાય છે. તે બાષ્પ બનીને ઊડી જતું નથી, પરંતુ આજુબાજુમાં ફેલાઈ જાય છે. મોટા વિસ્તારમાં

વનસ્પતિને ભેજ આપે છે. તે સિવાય તેનાથી મચ્છરોની સમસ્યા થતી નથી. ભૂમિય જળ, માનવ તેમજ પ્રાણીઓના ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોથી સરોવરો અને તળાવોમાં સ્થિર થયેલા પ્રદૂષિત પાણીની તુલનામાં વધુ સુરક્ષિત છે.



આકૃતિ 16.4 પાણીના સંગ્રહની પારંપરિક વ્યવસ્થા–ખાદીન–પદ્ધતિનું આદર્શ વ્યવસ્થાપન

પ્રશ્નો

1. તમારા નિવાસના વિસ્તારની આજુબાજુ પાણી–સંગ્રહની પરંપરાગત પદ્ધતિ વિશે જાણકારી મેળવો.
2. આ પદ્ધતિ અને પર્વતીય વિસ્તારો મેદાની વિસ્તારો અથવા પડતર વિસ્તારમાં જોવા મળતી પીવાના પાણીની વ્યવસ્થાની તુલના કરો.
3. તમારા વિસ્તારમાં પાણીના સ્રોતની તપાસ કરો. શું આ સ્રોતથી પ્રાપ્ત પાણી તે વિસ્તારના બધા જ રહેવાસીઓ માટે પ્રાપ્ય છે ?

16.4 કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ (Coal and Petroleam)

આપણે કેટલાક સ્રોતો જેવા કે જંગલ, વન્યજીવન અને પાણીના સંરક્ષણ તેમજ સુપોષણ કે જાળવણીને સંબંધિત અનેક સમસ્યાઓની ચર્ચા કરી છે. જો આપણે તેઓની જાળવણીના ઉપાયો અપનાવીએ તો જેનાથી આપણી જરૂરિયાતોની પૂર્તતા પણ થતી રહેશે. હવે આપણે એક અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ સ્રોત અશ્મિ બળતણ એટલે કે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ પર ચર્ચા કરીશું જે ઊર્જાનો મુખ્ય સ્રોત છે. ઔદ્યોગિક ક્રાંતિના સમયથી આપણે ઉત્તરોત્તર વધુ ઊર્જા વાપરીએ છીએ જેથી ઊર્જાની જરૂરિયાત વધુ રહે છે. આ ઊર્જાનો ઉપયોગ આપણી રોજિંદી ઊર્જાની જરૂરિયાતની આપૂર્તિ અને જીવનોપયોગી પદાર્થોના હેતુ એ કરી રહ્યા છીએ. ઊર્જાસંબંધી આ જરૂરિયાત આપણને કોલસા અને પેટ્રોલિયમમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે.

આ ઊર્જાસ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન અન્ય સ્રોતોની તુલનામાં કંઈક અંશે ભિન્ન રીતે કરવામાં આવે છે. પેટ્રોલિયમ તેમજ કોલસો લાખો વર્ષ પૂર્વે સજીવોની જૈવમાત્રાના વિઘટનથી પ્રાપ્ત થાય છે. આમ, આપણે જેટલી પણ સાવધાની કે સાવચેતીથી તેનો ઉપયોગ કરીએ તોપણ આ સ્રોત ભવિષ્યમાં સમાપ્ત થઈ જ જવાનો છે. આમ, ત્યાં સુધી આપણે ઊર્જાના વૈકલ્પિક સ્રોતોની શોધ કરવાની જરૂરિયાત

રહે છે. આ સ્રોત જો વર્તમાન દરથી ઉપયોગમાં લેવામાં આવે તો તે કેટલા સમય સુધી પ્રાપ્ય રહેશે, તેના વિષયમાં વિવિધ અટકળોને આધારે તેમજ અવલોકનોને આધારે આપણે એમ કહી શકીએ છીએ કે આપણા પેટ્રોલિયમના સ્રોત લગભગ હવે પછીનાં 40 વર્ષોમાં કોલસો પછીનાં 200 વર્ષ સુધી પ્રાપ્ત થઈ શકે તેમ છે.

પરંતુ, જ્યારે આપણે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમના વપરાશની બાબતનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે ઊર્જાના અન્ય સ્રોતોના વિષયમાં પણ વિચારવું એકમાત્ર આધારભૂત બાબત નથી. કારણ કે, કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ જૈવભાર (bio-mass) થી બને છે. જેમાં કાર્બન સિવાય હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન તેમજ સલ્ફરની પણ નિયત માત્રા હોય છે. જ્યારે તેને સળગાવીએ કે બાળીએ છીએ ત્યારે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી, નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ અને સલ્ફરના ઑક્સાઇડ બને છે. અપૂરતા ઑક્સિજનમાં સળગતો કોલસો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને સ્થાને કાર્બન મોનોક્સાઇડ બનાવે છે. આ ઉત્પાદનોમાંથી નાઇટ્રોજન તેમજ સલ્ફરના ઑક્સાઇડ અને કાર્બન મોનોક્સાઇડ ઝેરી વાયુઓ છે અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ એક ગ્રીનહાઉસ વાયુ છે. કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ પર વિચાર કરવાનો એક દૃષ્ટિકોણ એ પણ છે કે તે કાર્બનનો વિશાળ ભંડાર છે, જો તેની સંપૂર્ણ માત્રામાં કાર્બન સળગવાથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય તો વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ જરૂર કરતાં વધારે થઈ જાય જેથી ઝડપથી વૈશ્વિક તાપમાન વધવાની સંભાવના છે. (Global Warming). આમ, આ સ્રોતોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવાની જરૂરિયાત છે.

પ્રવૃત્તિ 16.11

- કોલસાનો ઉપયોગ તાપમાન આધારિત વીજળીઘરો (તાપીય વીજમથકો-Thermal Power Station)માં તેમજ પેટ્રોલિયમ ઉત્પાદન જેવાં કે ડીઝલ તેમજ પેટ્રોલ પરિવહનનાં વિભિન્ન સાધનો જેવા કે, મોટરવાહન, જલયાન (સ્ટીમર)માં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આજના યુગમાં વિદ્યુત ઉપકરણો તેમજ પરિવહનમાં વિદ્યુતનો ઉપયોગ કર્યા વિના જીવનની કલ્પના કરી શકાય પણ નહિ. આમ, શું તમે એવા કોઈ ઉપાયો વિચારી શકો છો કે જેથી કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય ?

કેટલાક સરળ વિકલ્પોથી આપણે આ ઊર્જાનો ઉપયોગમાં ઘટાડો લાવી શકીએ છીએ. તેના લાભ-નુકસાન તેમજ પર્યાવરણ અનુકૂલન પર સંબંધિત વિચાર કરો :

(i) બસમાં મુસાફરી, પોતાનાં વાહનને ઉપયોગમાં લેવું અથવા ચાલતા જવું કે સાઇકલ લઈને જવું.

(ii) તમારાં ઘરોમાં બલ્બનો ઉપયોગ કરવો અથવા ફ્લોરોસેન્ટ ટ્યૂબનો ઉપયોગ કરવો.

(iii) લિફ્ટનો ઉપયોગ કરવો અથવા સીડીઓનો ઉપયોગ કરવો.

(iv) શિયાળામાં એક વધારાનું સ્વેટર પહેરવું અથવા હીટર કે સગડીનો ઉપયોગ કરવો.

કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ આપણાં મશીનોની કાર્યદક્ષતા પર પણ નિર્ભર કરે છે. પરિવહનનાં સાધનોમાં મુખ્યત્વે આંતરિક દહન–બળતણનો ઉપયોગ થાય છે. આજકાલ અનુસંધાન આ વિષય પર કેન્દ્રિત થાય છે કે તેમાં (પરિવહનનાં સાધનોમાં) ઇંધણનું પૂર્ણદહન કેવી રીતે સુનિશ્ચિત રીતે કરી શકાય છે ? જેથી તેઓની કાર્યદક્ષતા પણ વધે અને પ્રદૂષણમાં પણ ઘટાડો થઈ શકે.

પ્રવૃત્તિ 16.12

- તમે વાહનોમાંથી નીકળતા વાયુઓને યુરો-I તેમજ યુરો-II આંક (માપન અંકો)ના વિશે નિયતપણે સાંભળ્યું જ હશે. તપાસ કરો કે આ માપન–અંક વાયુ પ્રદૂષણ ઘટાડવામાં કેવી રીતે મદદરૂપ થાય છે ?

16.5 નૈસર્ગિક સ્રોતોના વ્યવસ્થાપનનું વિહંગાવલોકન (An Overview of Natural Resources Management)

નૈસર્ગિક સ્રોતોનું સંયોજિત વ્યવસ્થાપન કરવું એક મુશ્કેલી ભરેલું કાર્ય છે. આ વિષય પર વિચાર કરવા માટે આપણે નિષ્પક્ષ રીતે બધાં પાસાંઓની જરૂરિયાતોને ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ. આપણે એ તો જાણીએ છીએ કે, પોતાના લાભને પ્રાથમિકતા દેવાનો આપણે ભરપૂર પ્રયત્ન કરીએ છીએ, પરંતુ આ વાસ્તવિકતાને લોકો ધીમે–ધીમે સ્વીકારતા થયા છે કે કેટલાક લોકો પોતાનો સ્વાર્થ પૂર્ણ કરવા માટે ઘણી મોટી સંખ્યાના લોકોના માટે દુ:ખનું કારણ બની શકે છે અને આપણા પર્યાવરણનો પૂર્ણ વિનાશ પણ સંભવતઃ કરે છે. કાયદા, નિયમ તેમજ નિયંત્રણ વધારે આપણે આપણા વ્યક્તિગત અને સામૂહિક જરૂરિયાતોને સીમિત કરવી પડશે જેથી વિકાસનો લાભ બધાને તેમજ બધી ભાવિ પેઢીઓને પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે.

તમે શીખ્યાં કે

- આપણા સ્રોતો જેવાં કે જંગલો, વન્યજીવો, કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ સંપોષિત રૂપેથી કરવાની જરૂરિયાત છે.
- ના પાડવું, હેતુ ફેર કરવો, ઓછો ઉપયોગ, પુન:ઉપયોગ તેમજ પુનઃ ચક્રીયકરણની નીતિ અપનાવીને આપણે પર્યાવરણ પર પડનારા દબાણને ઓછું કરી શકીએ છીએ.
- વન-સંપદાનું વ્યવસ્થાપન બધા પક્ષોના હિતોને ધ્યાનમાં રાખીને કરવું જોઈએ.
- જલસ્રોતોનો સંગ્રહના હેતુથી બંધ બનાવવામાં સામાજિક-આર્થિક તેમજ પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ ઊભી થાય છે. મોટા બંધનો વિકલ્પ ઉપલબ્ધ છે. આ સ્થાન કે વિસ્તાર વિશિષ્ટ હોય છે અને તેનો વિકાસ કરી શકાય છે જેથી સ્થાનીય લોકોને તે વિસ્તારના સ્રોતોનું નિયંત્રણ કરવાની જવાબદારી આપી શકાય.
- અશ્મિ ઇંધણ કે બળતણ જેવાં કે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ, છેવટે તો સમાપ્ત થઈ જવાના છે તેમની માત્રા સીમિત છે અને તેઓના દહનથી પર્યાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે. આમ, આપણે આ સ્રોતોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવો જરૂરી છે.

સ્વાધ્યાય

G7E1E9

1. તમારા ઘરને પર્યાવરણમિત્ર (અનુકૂલિત) બનાવવા માટે તમે ક્યાં–ક્યાં પરિવર્તનોનું સૂચન કરો છો ?
2. શું તમે તમારી શાળામાં કેટલાક પરિવર્તન માટેનાં સૂચનો સૂચવી શકો છો કે જેથી તે (શાળા) પર્યાવરણીય અનુકૂલિત બની શકે ?
3. આ પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે જ્યારે જંગલ તેમજ વન્યપ્રાણીઓની વાત કરીએ છીએ ત્યારે ચાર મુખ્ય ભાગીદારો સામે આવે છે. તેમાંથી કોને જંગલના ઉત્પાદનનું વ્યવસ્થાપન માટે નિર્ણય લેવાનો અધિકાર આપી શકાય ? તમે એવું કેમ વિચારો છો ?
4. વ્યક્તિગત સ્વરૂપમાં તમે નીચે આપેલ પૈકી કોના વ્યવસ્થાપનમાં યોગદાન આપી શકો છો ?
   (a) જંગલ તેમજ વન્ય પ્રાણી (b) જલસ્રોત (c) કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ
5. વ્યક્તિગત તરીકે તમે વિવિધ પ્રાકૃતિક ઉત્પાદનોના વપરાશને ઘટાડવા માટે શું કરી શકો છો ?
6. નીચે આપેલ બાબતો સંબંધિત પાંચ કાર્યો લખો કે જે તમે છેલ્લા સપ્તાહમાં ક્યાં હોય ?
   (a) આપણા પ્રાકૃતિક સ્રોતોનું સંરક્ષણ
   (b) આપણા પ્રાકૃતિક સ્રોતો પર દબાણનો વધારો
7. આ પ્રકરણમાં ચર્ચવામાં આવેલી સમસ્યાને આધારે તમે તમારી જીવનશૈલીમાં શું પરિવર્તન લાવશો ? જેથી આપણા સ્રોતોના સંપોષણ (જરૂરિયાત પ્રમાણે ઓછો વપરાશ)ને પ્રોત્સાહન મળી શકે ?

જવાબો

પ્રકરણ 1

1. (i) 2. (d) 3. (a)

પ્રકરણ 2

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)

પ્રકરણ 3

1. (d) 2. (c) 3. (a) 4. (c)

પ્રકરણ 4

1. (b) 2. (c) 3. (b)

પ્રકરણ 5

1. (c) 2. (b)

પ્રકરણ 6

1. (c) 2. (a) 3. (d) 4. (b)

પ્રકરણ 7

1. (d) 2. (b) 3. (d)

પ્રકરણ 8

1. (b) 2. (c) 3. (d)

પ્રકરણ 9

1. (c) 2. (d) 3. (a)

પ્રકરણ 10

1. (d) 2. (d) 3. (b)
4. (a) 5. (d) 6. (c)

7. 15 cm કરતાં ઓછા અંતરે, આભાસી, મોટું
9. હા
10. લેન્સથી 16.7 cm અંતરે બીજી તરફ, 3.3 cm, ઘટે છે, સાચું, ઊલટું
11. 30 cm
12. 6.0 cm, અરીસાની પાછળ, આભાસી, ચત્તું
13. m = 1 દર્શાવે છે કે સમતલ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના જેટલું જ હોય છે તથા mનું ધન ચિહ્ન સૂચવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું છે.
14. 8.6 cm, અરીસાની પાછળ આભાસી, ચત્તું; 2.2 cm, ઘટે છે.
15. 54 cm વસ્તુની બાજુએ; 14 cm, વિવર્ધિત, સાચું, ઊલટું
16. –0.50 m; અંતર્ગોળ લેન્સ
17. + 0.67 m; અભિસારી લેન્સ

પ્રકરણ 11

1. (b) 2. (d) 3. (c) 4. (c)
5. (i) –0. 18 m; (ii) +0.67 m
6. અંતર્ગોળ લેન્સ; –1.25 D
7. બહિર્ગોળ લેન્સ; +3.0 D

પ્રકરણ 12

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)
5. સમાંતર 6. 122.7 m; $\frac{1}{4}$ ગણું
7. 3.33 Ω 8. 4.8 kΩ 9. 0.67 A
10. 4 અવરોધકો 12. 110 બલ્બ
13. 9.2 A, 4.6 A, 18.3 A
14. (i) 8 W (ii) 8 W
15. 0.73 A
16. 250 W TV સેટ 1 કલાકમાં
17. 120 W
18. (b) મિશ્ર ધાતુઓની ઊંચી અવરોધકતા
(d) વ્યસ્ત રીતે

પ્રકરણ 13

1. (d) 2. (c) 3. (a) 4. (d) 5. (c)
6. (a) ખોટું (b) સાચું (c) સાચું (d) ખોટું
10. અધોદિશામાં
13. (i) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય) એક દિશામાં ક્ષણિક આવર્તન કરશે
(ii) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય) ક્ષણિક આવર્તન કરશે પરંતુ (i)માંની દિશાથી વિરુદ્ધ દિશામાં
(iii) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય)નું કોઈ આવર્તન દેખાશે નહિ.
15. (a) જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (b) ફ્લેમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ (c) ફ્લેમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ

પ્રકરણ 14

1. (b) 2. (c) 3. (c)

પ્રકરણ 15

1. (a), (c), (d) 2. (b) 3. (d)